



MÀSTER UNIVERSITARI EN OPTOMETRIA I CIÈNCIES DE LA VISIÓ

TRABALL DE FINAL DE MÀSTER

EFFECTES D'UN ENTRENAMENT VISUOCOGNITIU AMB PLATAFORMA BRAINVT EN EL DESENVOLUPAMENT DE LES HABILITATS VISUALS I PERCEPTUALS I LA SEVA POSSIBLE TRANSFERÈNCIA AL RENDIMENT ACDÈMIC

Sandra Fernández Román

LLUÏSA QUEVEDO JUNYENT
MONTSE AUGÉ SERRA
DEPARTAMENT D'ÒPTICA I OPTOMETRIA

Juny 2019

Facultat d'òptica i optometria de Terrassa



MÀSTER UNIVERSITARI EN OPTOMETRIA I CIÈNCIES DE LA VISIÓ

La Sra. Montserrat Augé Serra, como tutora del treball, i la Sra. Lluïsa Quevedo Junyent, com directora del treball,

CERTIFIQUEN

Que la Sra. Sandra Fernández Roman ha realitzat sota la supervisió el treball **“Efectes d’un entrenament visuocognitiu amb plataforma BrainVT en el desenvolupament de les habilitats visuals i perceptuals i la seva possible transferència al rendiment acadèmic”**, que es recull en aquesta memòria per optar al títol de màster en Optometria i Ciències de la Visió.

I per a que així consti, signem aquest certificat.

Sra. Montserrat Augé Serra
Tutora del treball

Sra. Lluïsa Quevedo Junyent
Directora del treball

Terrassa, 3 de Juny de 2019

Facultat d'òptica i optometria de Terrassa



MÀSTER UNIVERSITARI EN OPTOMETRIA I CIÈNCIES DE LA VISIÓ

EFFECTES D'UN ENTRENAMENT VISUOCOGNITIU AMB PLATAFORMA BRAINVT EN EL DESENVOLUPAMENT DE LES HABILITATS VISUALS I PERCEPTUALS I LA SEVA POSSIBLE TRANSFERÈNCIA AL RENDIMENT ACDÈMIC

RESUM

La visió és un procés neurològic complex on hem de tenir en compte la funció visual, l'eficàcia visual, la percepció visual i la integració sensorial. Si alguna de les habilitats visuals està poc desenvolupada pot minvar l'òptim rendiment escolar. Hem realitzat un cribratge visual complert a nens de 2n de primària ($n=48$). Hem extret les dades de les proves visuals i de rendiment escolar, de les quals hem realitzat una estadística descriptiva i els hem comparat amb els valors normals que ofereix la bibliografia especialitzada.

Tanmateix, proposem un entrenament visuocognitiu amb plataforma BrainVT, amb l'objectiu de desenvolupar i reforçar les àrees visuals de processament de la informació, amb les avantatges que el vídeo joc ens pot oferir. El grup experimental voluntari ($n=7$), treballà amb el programa en sessions de 15 minuts diaris durant un període de quatre mesos. El programa consta d'un sistema de condicionament operant amb el qual l'entrenament és modificat per afavorir la condició d'eustrès de l'activitat.

Els nens que han treballat amb BrainVT han millorat la velocitat lectora, la memòria visual seqüencial i el tancament visual, però no s'han trobat diferències significatives entre grups experimental i control. Els infants i docents fan una valoració positiva de la plataforma coincidint, amb els beneficis de motivació de la gamificació de l'entrenament. Tot i que, l'anàlisi inferencial no ha evidenciat millores significatives, valorem com molt positiva la utilització de plataformes com el Brain VT per a complementar els programes d'entrenament visual i alleugerir els problemes d'aprenentatge.



MÁSTER UNIVERSITARIO EN OPTOMETRÍA Y CIENCIAS DE LA VISIÓN

EFFECTOS DE UN ENTRENAMIENTO VISUOCOGNITIVO CON PLATAFORMA BRAINVT EN EL DESARROLLO DE LAS HABILIDADES VISUALES Y PERCEPTIVAS Y SU POSSIBLE TRANSFERENCIA EN EL RENDIMIENTO ACADÉMICO

RESUMEN

La visión es un proceso neurológico complejo donde tenemos en cuenta la función visual, la eficacia visual, percepción visual y la integración sensorial. Si alguna de las habilidades visuales está poco desarrollada puede mermar el óptimo rendimiento escolar. Hemos realizado un cribado visual completo a niños de 2º de primaria (n=48). Hemos extraído los datos de las pruebas visuales y de rendimiento escolar, con los que hemos realizado una estadística descriptiva i hemos comparado con los valores normales que ofrece la bibliografía especializada.

Proponemos un entrenamiento visuocognitivo con plataforma Brain VT, con el objetivo desarrollar y reforzar las áreas visuales de procesamiento de la información, con las ventajas que el vídeo juego nos puede ofrecer. El grupo experimental voluntario (n=7), trabaja con el programa en sesiones de 15 minutos por día, en un periodo de cuatro meses. El programa consta de un sistema de condicionamiento operante con el que el entrenamiento es modificado para favorecer la condición de eustrés de la actividad.

Los niños que han trabajado con BrainVT han mejorado la velocidad lectora, la memoria visual secuencial y el cierre visual, pero no se han encontrado diferencias significativas entre los grupos experimental y control. Los niños y docentes hacen una valoración positiva de la plataforma coincidiendo, con beneficio de motivación de la gamificación del entrenamiento. Aunque, el análisis inferencial no ha evidenciado mejoras significativas, valoramos como muy positiva la utilización de plataformas como el Brain VT para complementar los programas de entrenamiento visual y disminuir los problemas de aprendizaje.



MÁSTER UNIVERSITARIO EN OPTOMETRÍA Y CIENCIAS DE LA VISIÓN

THE EFFECTS OF A VISUOCOGNITIVE TRAINING WITH THE BRAINVT PLATFORM IN THE DEVELOPMENT OF VISUAL AND PERCEPTUAL ABILITIES AND ITS POSSIBLE TRANSFERENCE TO ACDEMIC PERFORMANCE

ABSTRACT

Vision is a complex neurological process that includes visual function, visual effectiveness, visual perception and sensory integration. If any of the visual skills is poorly developed, it can minimize optimal performance. We performed a comprehensive visual screening on 2nd grade children (n=48). We have extracted the data from visual tests and school performance and analyzed them using descriptive statistics and compared them to normal values found in specialized bibliography.

We propose visocognitive training with the BrainVT platform, with the objective of developing and strengthening the visual information processing areas thanks to the advantages that video game offer. The voluntary experimental group (n=7) worked with the program during daily 15-minute sessions, for a period of four months. The program consists of an operating conditioning system that modifies training to promote the eustress condition of the activity.

The children who worked with BrainVT have improved their reading speed, their sequential visual memory and their visual closure, but no significant differences were found between control and experimental groups. Both children and teachers have assessed the platform positively and agree that turning training into a game boosts motivation. Although the inferential analysis has not shown significant improvements, we value the use of platforms such as BrainVT to complement visual training programs and reduce learning problems in a very positive way.

CONTINGUT

1	INTRODUCCIÓ.....	5
2	MARC TEÒRIC.....	6
2.1	VISIÓ I APRENENTATGE	6
2.1.1	VISIÓ I LECTO-ESCRITURA.....	10
2.2	TERÀPIA VISUAL	18
2.2.1	TV EN CONSULTA VERSUS TV A CASA	18
2.2.2	NOVES TECNOLOGIES EN TV	19
2.3	VIDEO JOCS.....	22
2.4	PROVES OPTOMÈTRIQUES	24
2.4.1	PROVES OPTOMÈTRIQUES ESTUDIS VIDEOJOCS.....	24
2.4.2	PROVES OPTOMÈTRIQUES ESTUDIS PLATAFORMA D'ENTRENAMENT VISUAL ..	24
2.4.3	PROVES OPTOMÈTRIQUES EN ESTUDIS SOBRE PROGRAMES D'ENTRENAMENT VISUAL A LES ESCOLES.....	25
2.5	BRAIN VT	26
3	OBJECTIUS	27
4	HIPOTESI.....	27
5	MÈTODE	27
5.1	MOSTRA	27
5.2	MATERIAL I INSTAL·LACIONS.....	28
5.3	PROCEDIMENT	30
5.3.1	CRIBRATGE	30
5.3.2	SESSIÓ INFORMATIVA ALS PARES	33
5.3.3	ALTA EN EL PROGRAMA	34
5.3.4	ENTRENAMENT AMB BRAIN VT	34
5.3.5	SEGUIMENT DE L'ENTRENAMENT	37
5.3.6	REVISIÓ POST-ENTRENAMENT	39
6	RESULTATS.....	39
6.1	ANÀLISI DESCRIPTIU DEL CRIBRATGE.....	39
6.2	ANÀLISI DESCRIPTIU GRUP EXPERIMENTAL I GRUP CONTROL	44
6.3	ANÀLISI COMPARATIU ENTRE GRUP EXPERIMENTAL I GRUP CONTROL	45
6.4	ANÀLISI COMPARARIU GRUP EXPERIMENTAL PRE I POST ENTRENAMENT	46
6.5	ANÀLISI COMPARATIU ENTRE GRUP EXPERIMENTAL I GRUP CONTROL POST-ENTRENAMENT	47
7	DISCUSSIÓ	47

8	CONCLUSIONS	54
9	COMPROMÍS ÈTIC I SOCIAL	55
10	BIBLIOGRAFIA	55
11	ANNEXES	65

GLOSSARI DE SIGLES

AV: Agudeses visual

CT: *Cover Test*

CPM: Cicles per minut.

DEM: *Test Development Eye Movements*

DS: Desviació estàndard

FA: Flexibilitat acomodativa

LPM: Lletres per minut

PPA: Punt pròxim d'acomodació

PPC: Punt pròxim de convergència

PPM: Paraules per minut

RDS: *Random Dot Stereograms*

SNC: Sistema nerviós central

St: Estereopsi

TV: Teràpia visual

TVPS: *Test of Visual Perception Skills*

VL: Velocitat lectora

VLL: Visió llunyana

VP: Visió pròxima

VT: *Vision Therapies*

IMATGES

Imatge 1: Feed-back informació. Apunts. MOCV, Aprenentatge i Visió. Augé i Fransoy, curs: 2017-2018.

Imatge 2: Sinèrgia sistemes motor, auditiu i visual. Monogràfic COOOC. Visió i aprenentatge (I). Optometria neurocognitiva a l'etapa escolar. Fransoy i Augé, 2013.

Imatge 3: Còpia correcta Figura Universal. Traç en negre.

Imatge 4: Mostra còpia Figura Universal. Argilés. ACOTV. La Figura Universal.

Imatge 5: Seqüència procés lector. Monogràfic COOOC. Visió i aprenentatge (I).
Optometria neurocognitiva a l'etapa escolar. Fransoy i Augé, 2013.

Imatge 6: Fitxa ed. Infantil aprenentatge escriptura.

Imatge 7: Pantalla BrainVT alta usuari.

Imatge 8: Error de descàrrega.

Imatge 9: Problema d'instal·lació del programa

Imatge 10: Cas 2 TVPS

Imatge 11: Cas 1 TVPS

Imatge 12: EXP2 TVPS

Imatge 13: EXP1 TVPS

Imatge 14: EXP3 TVPS

Imatge 16: EXP4 TVPS

Imatge 17: EXP4 TVPS

Imatge 15: EXP6 TVPS

Imatge 18: EXP7 TVPS

TAULES

Taula 1: Categoriés Clíniques DEM.

Taula 2: Dies Cribatge.

Taula 3: Dies revisió optomètrica post-entrenament amb BrainVT

Taula 4: Resultat qüestionaris.

Taula 5: Resultats proves valors mitjos i DS.

Taula 6: Resultats TNO.

Taula 7: Resultats proves PPC, PPA, FA, VL i Wold. Valors mitjos i valors fora VN.

Taula 8: Resultats DEM.

Taula 9: Resultats TVPS.

Taula 10: Resultats valors mitjos i DS. Grup experimental i grup control.

Taula 11: Resultats pre-entrenament grup experimental i grup control.

Taula 12: Resultats pre i post entrenament grup experimental.

Taula 13: Resultats post-entrenament grup experimental i grup control.

GRÀFICS

Gràfic 1: Resultat tipologies DEM.

Gràfic 2: Àrees TVPS amb dificultat

1 INTRODUCCIÓ

Avui dia, entenem la visió com un procés neurològic complex on hem de tenir en compte la funció visual (agudesia visual, refracció ocular i visió del color), l'eficàcia visual (motilitat ocular, acomodació i binocularitat), percepció visual (atenció i processament de la informació) i la integració sensorial (viso-espacial, viso-motora i viso-auditiva) (Fransoy et. al., 2013). Si alguna de les habilitats visuals està poc desenvolupada pot minvar l'òptim rendiment.

La teràpia visual (TV) té els seus inicis als voltants del 1865 quan Javal documenta els principis de la ortòptica i dissenya el primer estereoscopi. Posteriorment, Skeffington i Peckham al 1928 escriuen diferents articles sobre procediments i el tractament de les disfuncions binoculars (Press, 1997). Tanmateix, Skeffington crea la Fundació OEPP, *Optometric Extension Program Foundation*, per a desenvolupar protocols de tractaments per als problemes visuals no susceptibles de solució amb lents convencionals (Doyle et. al., 2016). Uns anys més tard, la comunitat optomètrica es divideix en optometristes estructurals i optometristes funcionals. Parlem d' Skeffington com a pare de l'optometria comportamental, gràcies a la seva descripció de la visió com a model holístic (Roper-Hall, 2007). Al 1950, Harmon relaciona la visió amb la postura i les relacions espacials (Birnbaum, 1993). A la dècada dels 60s, es comença a realitzar TV a nens amb dificultats visuals relacionades amb l'aprenentatge. Griffin, al 1976, escriu el primer llibre optomètric sobre TV (Griffin, 1976). A final dels anys 80s inici dels 90s, comencen a aparèixer els primers sistemes computeritzats per a treballar la TV, com *Random Dot Stereograms* (RDS) (Doyle et al., 2016). Actualment, existeixen programes amb connexió a Internet per a treballar la TV de forma automatitzada, supervisada per un optometrista sense necessitat de realització a consulta (Bach, 2019).

L'entrenament visual es basa en els principis de la neurociència, aprenentatge perceptiu i neuroplasticitat a qualsevol edat. L'aprenentatge perceptiu, descriu la millora a través de l'experiència. Donem sentit al que veiem, escoltem, sentim, olorem o assaborim.

L'aprenentatge perceptiu és permanent o semipermanent. A més, els canvis no són merament incidentals, sinó adaptatius i, per tant, confereixen beneficis com la sensibilitat millorada als estímuls febles o ambigus (Fortenbacher et. al., 2018). El cervell es modifica tant funcionalment com morfològicament, realitzant noves connexions neuronals (Mares et al., 2006).

L'entrenament visuocognitiu amb plataforma Brain VT (*Vision Therapies*) de l'optometrista català Enric Bach, té com a objectiu desenvolupar i reforçar les àrees visuals de processament de la informació: l'atenció, la percepció, la memòria, la resolució, la integració i l'eficàcia visual, per a preparar al nen per a un millor rendiment acadèmic. En l'etapa escolar del grup d'estudi, el nen es troba en procés d'aprenentatge de la lecto-escriptura, i per tant necessita un òptim rendiment visual, motor i auditiu. I també una bona sinèrgia entre el sistema visual i la resta de sistemes sensorials.

Amb la plataforma Brain VT volem realitzar un entrenament perceptiu amb les avantatges que el vídeo joc ens pot oferir: motivació, participació, aprenentatge, accessibilitat i desenvolupament de les habilitats visuals. Aquest entrenament pot realitzar-se des de casa per la qual cosa el pacient no s'ha de desplaçar i resulta més fàcil d'incorporar dins de la rutina familiar diària.

Els nens inclosos a l'estudi es troben en el primer cicle d'educació primària, cursant 2n, en una escola de la ciutat de Rubí. Hem realitzat un cribatge visual a tot el curs, del qual un petit grup voluntari treballarà amb el programa Brain VT. Els nens treballaran des de casa amb el programa durant 4 mesos durant els quals es realitza un seguiment personalitzat. Finalment, tornem a l'escola per a realitzar les proves visuals i de rendiment escolar per a comprovar la millora o no, post-entrenament.

2 MARC TEÒRIC

2.1 VISIÓ I APRENTATGE

L'aprenentatge és el procés pel qual s'adquireixen o modifiquen habilitats i/o coneixements com a resultat de l'experiència i de l'observació del medi que ens envolta. L'aprenentatge no és un factor maduratiu, i no es realitza per si sol si no hi ha una

experiència prèvia. El procés d'aprenentatge fonamental és per imitació i repetició d'un procés observat (Meltzoff & Prinz, 2002).

Els problemes d'aprenentatge es consideren la primera causa de fracàs escolar (Karande, Sholapurwala, & Kulkarni, 2011). S'han publicat xifres de prevalença de dificultats d'aprenentatge del 27% en països hispans (Jiménez, Guzmán, Rodríguez, & Artiles, 2009).

Per a poder realitzar un aprenentatge òptim és necessari un intercanvi d'informació entre l'individu i el seu entorn. La via d'entrada d'informació és l'aferent, que trasllada la informació dels sentits fins al sistema nerviós central (SNC). La via de sortida de la informació, l'eferent, transcriu la informació del SNC en una resposta motora, com pot ser el llenguatge (Imatge 1).



Imatge 1: Feed-back informació. Apunts. MOCV, Aprenentatge i Visió. Augé I Fransoy, curs: 2017-2018.

El sentit més importat per a l'entrada d'informació és la visió, que emet el 80% de les vies aferents. Per a que aquesta informació rebuda sigui correcta necessitem d'unes òptimes condicions del sistema visual (Fransoy et al., 2013), tant de:

Salut ocular:

- Transparència dels medis oculars.
- Estructures oculars desenvolupades.
- Superfície ocular sana.

Per a que la informació visual pugui ser rebuda.

Funció visual:

- Agudeses visual: capacitat de distingir detalls petits a una distància determinada.
- Refracció ocular: capacitat de l'ull per enfocar la imatge a la retina.
- Visió del color: distinció de la gama cromàtica.

Després de la cataracta, els errors refractius són la segona causa de ceguera en tots els grups d'edat i una font important de discapacitat visual en tot el món (Flaxman et al., 2017). Encara que aquest desordre es pot corregir fàcilment amb l'ús d'ulleres, lents de contacte i/o cirurgia refractiva, l'Organització Mundial de la Salut informa que a tot el món, hi ha 12,8 milions d'infants entre els 5 anys i els 15 anys que tenen deficiències visuals derivades d'errors refractius no corregits (Sharma, Congdon, Patel, & Gilbert, 2012).

La manca de diagnòstic i correcció de l'error refractiu en els primers anys de vida pot conduir a l'ambliopia, causa molt important de deficiència visual que pot tenir efectes devastadors sobre l'èxit acadèmic i el futur del nen (Goh et al., 2005; Packwood et al., 1999; Pokharel et al., 2000; Sapkota et al., 2008).

La dificultat en la visió del color, normalment és deguda a una deficiència congènita de la visió del color que està causada predominantment per anomalies de fotopigment hereditàries, que donen com resultat un número menor de tons espectrals visibles. Existeixen diferents classes de deficiència de visió del color: monocromatisme, dicromatisme i tricromatisme, amb un gran espectre de severitat (Birch, 2001). La deficiència congènita de visió del color (verd-vermell) és major en homes amb una afectació del 7-8% de la població, en comparació a un 0.5% de dones afectades (Delpero et al., 2005; Simunovic, 2010). Aproximadament el 40% de la població amb aquesta deficiència ho desconeix a l'escola secundària (NZHTA, 1998). Les deficiències de color groc-blau normalment són deficiències adquirides per malaltia (Hart, 1987) i la seva afectació és minoritària.

Una correcta funció visual ens permetrà fer distinció dels objectes i dels seus trets característics. Una disfunció en aquest àrea pot mostrar-se: fent ganyotes, parpelleig excessiu, queixes de visió borrosa de lluny i/o de prop, dificultats d'atenció, fotofòbia en els canvis d'il·luminació, dificultat de distinció de colors (problemes en ed. Infantil), distància inadequada en visió pròxima (VP) i/o necessitat d'apropar-se allò que es vol veure (p.ex. pissarra).

Eficàcia visual:

- Motilitat ocular: fixacions, seguiments i sacàdics.
- Acomodació: enfocament en visió propera i flexibilitat acomodativa o capacitat de canvi d'enfoc entre estímuls a diferents distàncies.
- Binocularitat: habilitat d'ús dels dos ulls de forma coordinada i simultània. Proporciona la visió 3D.

Una bona eficàcia visual, permet visió còmoda i precisa a totes les distàncies, nitidesa, percepció de volum i lectura eficaç. Una disfunció en aquest àrea pot mostrar-se com: rebuig a la lectura, cansament en tasques de VP, seguiment amb el dit en la lectura, repetició i/o pèrdua i/o omissió en la lectura, dificultat de comprensió lectora i millor comprensió oral, velocitat lectora lenta, confusió de síl·labes similars (p.ex. “la” per “al”), distància inadequada en VP, necessitat de tapar-se un ull per poder realitzar una tasca, diplopia, disgrafia i necessitat d'esborrar sovint i còpia lenta.

Percepció visual:

- Atenció visual selectiva i atenció visual sostinguda.
- Processament de la informació visual.

Les dificultats de percepció visual poden mostrar-se com dificultats de memòria visual, confusió de paraules similars, dificultat de comprensió lectora, rebuig a la lectura/escriptura, dificultat de lectura amb diferents tipografies, confusió de grafies similars, disortografia, inversions de grafies i/o dificultat d'extracció de la idea principal d'un text.

Integració sensorial

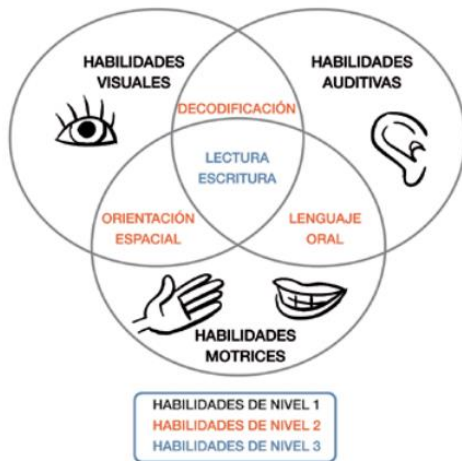
- Integració viso-espacial: Lateralitat, direccionalitat i integració bilateral.
- Integració viso-motora: base pel control motricitat fina.
- Integració viso-auditiva: resposta oral i escrita.

Els problemes en algun àrea d'integració sensorial pot influir en la dificultat de direccionalitat, realització d'inversions, problemes d'orientació, escriptura irregular de forma ascendent o descendent, hipertonia en l'escriptura, ratllar/esborrar sovint a l'escriure, dificultat de còpia en dictat i/o dificultat de seguiment d'un patró rítmic (Fransoy et al., 2013).

VISIÓ I LECTO-ESCRITURA

En l'etapa dels 6-7 anys el nen es troba en procés d'aprenentatge de la lectura i l'escriptura que forma part de la competència comunicativa, base de tots els aprenentatges. S'estima que la discapacitat de lectura comprèn al menys el 80% de totes les discapacitats d'aprenentatge (Shaywitz & Shaywitz, 2003).

Diferents investigacions mostren una relació estadísticament significativa entre les habilitats acadèmiques amb diferents problemes de la visió com la hipermetropia (Rosner & Rosner, 1997), el control de vergències (Stein, 1988), la memòria visual (Kulp, Edwards, & Mitchell, 2002), l'acomodació (Palomo-Álvarez & Puell, 2008), els moviments oculars (Powers, Grisham, & Riles, 2008), l'estabilitat de fixació (Fischer & Hartnegg, 2009), la insuficiència de convergència (IC) (Rouse et al., 2009), la binocularitat (Goldstand et al., 2005; Stifter et al., 2005), l'ambliopia (E. E. Birch & Kelly, 2017) i les habilitat visomotores (Houwen et al., 2009; Maples, 2003; Kulp, 1999).



Imatge 2: Sinèrgia sistemes motor, auditiu i visual. Monogràfic COOOC. Visió i aprenentatge (I). Optometria neurocognitiva a l'etapa escolar. Fransoy i Augé, 2013.

La lectura i l'escriptura són tasques de complexitat superior (Barsalou, 1999) que necessiten unes bones habilitats visuals i una bona sinèrgia entre els sistemes: motor, auditiu i visual (Imatge 2). Per aquest motiu front a una dificultat de lecto-escriptura és necessari realitzar un diagnòstic diferencial per conèixer l'origen del problema.

Els optometristes podem treballar amb els següents tests visuals específics per al diagnòstic diferencial de problemes d'aprenentatge:

TVPS (Test of Visual PerceptionSkills) (Martin, 2006)

Eina fonamental per avaluar les habilitats visuals implicades en el complex procés lector. Podem avaluar als nens entre els 4-19 anys i consta de 7 subtests, cadascun dividit en 16 làmines. Cada subtest representa i valora les següents habilitats:

Discriminació visual: Habilitat per a distingir patrons i figures. Tenir consciència de característiques distintives de formes i objectes. Inclou forma, orientació i mida.

Percepció figura-fons: Habilitat per identificar un objecte dins d'un fons complex o d'altres patrons, per exemple una lletra dins d'una paraula.

Constància de forma: Habilitat per a reconèixer formes encara que canviïn de mida, color o orientació. Aconsegueix que identifiquem una mateixa lletra, número o paraula, independentment de l'estil de la grafia.

Relació viso-espacial: Habilitat per a relacionar i percebre la posició d'objectes en l'espai. Permet percebre les posicions dels objectes en relació a un mateix i/o en relació amb la posició relativa dels objectes.

Memòria visual: Habilitat per a reconèixer un estímul després d'un breu període de temps. Proporciona la capacitat de reconèixer i recordar informació presentada visualment, reconeixement les unitats visuals ja siguin grafemes, síl·labes o paraules.

Memòria visual seqüencial: Habilitat per a la memorització d'una seqüència de patrons. És de gran importància en la lectura, especialment de paraules perllongades i per al càlcul matemàtic.

Tancament visual: Habilitat per a identificar una figura quan està desfragmentada. Permet la percepció final d'un estímul visual, sense que estiguin presents tots els detalls.

DEM (Development Eye Movements) (Garzia, 1990)

Prova objectiva i estandarditzada (6 a 13 anys) que avalua de forma visuo-verbal l'estat oculomotor del pacient. Concretament, la precisió dels sacàdics de petita amplitud involucrats en la lectura. Consta de tres parts:

- Pretest: números del 1 al 9 de forma “desendreçada” per a saber si el nen té la capacitat de reconeixement numèric per a la realització del test. La lectura total s'ha de realitzar en menys de 12 segons.
- Làmines A i B: lectura vertical de números dividits en 2 columnes per làmina. Anotació del temps i dels errors de cada làmina, el resultat final és la suma dels dos temps.
- Làmina C: lectura horitzontal de 80 números disposats en files amb diferent espai entre números. Anotació dels errors i del temps. Realitzem el recàlcul de temps tenint en compte els errors.

En la valoració del test, tenim estandarditzats uns valors de normalitat, dividits per franges d'edat de 6 a 13 anys, en els quals cal tenir en compte: el temps vertical, el temps ajustat horitzontal, la ràtio i els errors totals. Amb els resultats podem diferenciar quatre categories clíniques (Taula 1):

Temps vertical	Temps horitzontal	Ràtio	Tipologia
Normal	Normal	normal	Tipus I. Bones habilitats oculomotores fines.
normal	Elevat	elevat	Tipus II. Dificultats en les habilitats oculomotores fines.
Elevat	Elevat	normal	Tipus III. Dificultats de reconeixement i/o expressió.
Elevat	Molt elevat	elevat	Tipus IV. Dificultats en les habilitats oculomotores fines i de reconeixement i/o expressió.

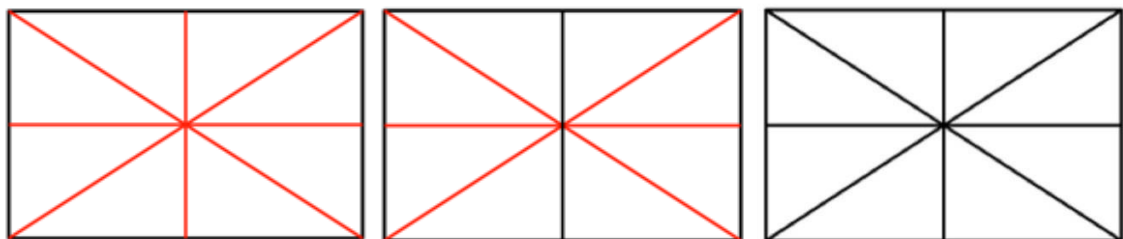
Taula 1: Categories Clíniques DEM.

Prova grafomotora de Wold

Prova creada per l'optmetrista nord-americà, Bob Wold l'any 1970 (Maples, 2003a). Es tracta d'una frase que conté totes les lletres de l'abecedari. L'original està escrit en anglès i al ser traduïda literalment la frase no contemplava totes les lletres de l'abecedari ni català ni castellà. Per tan, ha estat modificada perquè contingui totes les lletres de l'abecedari de l'idioma empleat per C. Poveda (Mejuto, 2013). El nen ha d'escriure la frase i l'optmetrista es fixa en la postura i anota el temps de còpia.

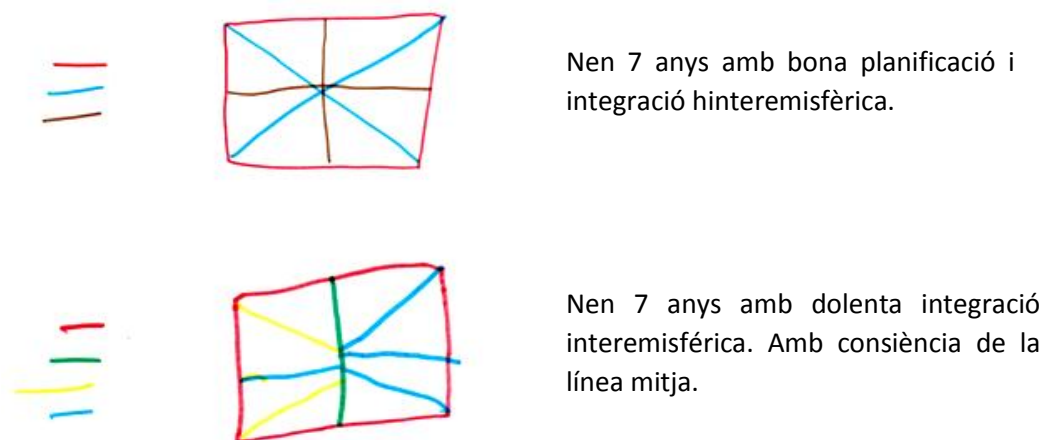
Figura Universal (Argilés, 2015)

Figura de còpia que fan servir els psicòlegs i/o psicopedagogs, que ens aporta informació del desenvolupament de les habilitats d'anàlisi de la informació visual. Ens permet observar si el nen percep el contorn i la forma d'integració de les línies interiors (Imatge



Imatge 3: Còpia correcta Figura Universal. Traç en negre.

3). Si hi ha integració de la línia mitja i si hi ha capacitat de coordinació contra lateral amb coordinació binocular per al creuament de la línia mitja (Imatge 4).



Imatge 4: Mostra còpia Figura Universal. Argilés. ACOTV. La Figura Universal.

2.1.1.1 Etapes aprenentatge de la lectura

Es consideren tres fases principals (Glenberg, 2011; Glenberg & Robertson, 2000):

La primera etapa d'aprendre a llegir és la de l'aprenentatge de la lectura, on el nen percep un símbol i l'associa a un fonema. En aquesta primera etapa el nen fa servir la ruta fonològica. Es a dir, la lectura lletra a lletra, associant grafemes (forma de la lletra) i fonemes (sons de cada lletra). Aquesta ruta també s'utilitza quan llegim una paraules desconegudes. Per a una correcta ruta fonològica la discriminació visual i la memòria visual són molt importants.

En aquest moment és molt important una correcta relació viso-espacial, ja que hi ha lletres que visualment similars (p.ex. "p" i "q") però fonèticament diferents. Això podria causar inversions en la lectura. També s'ha de tenir una correcta percepció de constància de forma, ja que permetrà realitzar un òptim reconeixement de cada lletra/símbol encara que estigui escrit en diferent tipografia. Els nens comencen el procés lector amb tipografia en lletres majúscules, i poc a poc fan el pas al reconeixement de la lletra minúscula lligada per a posteriorment reconèixer qualsevol tipografia d'impremta.

Posteriorment, es realitza una lectura per síl·labes, per donar fonologia a una paraula i passar així a donar sentit a cada conjunt de lletres. Aquesta és la segona fase de la lectura on trobem una associació del símbol amb un objecte.

La última etapa, llegir per aprendre, constitueix la tercera fase de l'aprenentatge de la lectura. En la lectura lèxica, passem a llegir paraules completes, la velocitat lectora augmenta i, en general, la lectura és més eficaç. Hem de tenir en compte que en llegir una paraula mitjançant aquesta ruta, els moviments oculars realitzen una cerca per sobre d'aquesta, i el cervell rep una informació no molt exacta, que completarà amb l'habilitat de tancament visual i la memòria lèxica, que esdevenen crucials.

Finalment, la comprensió lectora és el punt més important per a l'aprenentatge, arribant a visualitzar, entendre i interpretar la lectura. Extreure una informació important d'una sèrie de signes visuals és justament l'habilitat de figura fons, i l'extracció lògica del significat (captar la idea principal) és el tancament visual.

Si hi ha dificultats de passar de la via fonològica a la via lèxica, possiblement hi hagi immaduresa al cos callós i no pot haver pas d'informació de l'hemisferi esquerre (via fonològica) a l'hemisferi dret (via lèxica).

2.1.1.2 El procés visuocognitiu de la lectura

Per a poder realitzar una lectura eficient, el sistema parvocel·lular i magnocel·lular han de treballar de forma independent però sincronitzada (Kweldju, 2015). Per això, cal una motivació, una necessitat, desig o intenció de llegir. En aquest moment, el sistema magnocel·lular orienta els moviments oculars per a poder dirigir la mirada al punt d'interès, moviment ocular sacàdic per situar-nos sobre l'estímul d'interès, seguit d'un moviment de vergència per localitzar i fusionar la imatge. Posteriorment, per veure el detall cal fer una fixació, mantenir la mirada en el punt d'interès i acomodar per aclarir la imatge i poder llegir el que hi ha al text (Imatge 5). El sistema parvocel·lular envia la informació del detall fins al còrtex visual primari (V1), situat al lòbul occipital. Aquesta informació passa per a ser analitzada al còrtex visual d'associació (V2, V3, V3a, V4 i V5 o



Imatge 5: Seqüència procés lector. Monogràfic COOOC. Visió i aprenentatge (I). Optometria neurocognitiva a l'etapa escolar. Fransoy i Augé, 2013.

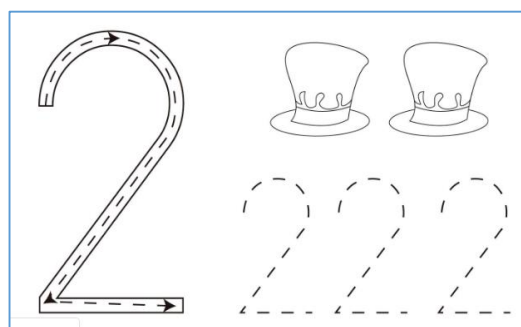
migtemporal MT) on es produeix la identificació. Aquest procés es realitza lletra a lletra o paraula a paraula segons el curs lector que realitzem.

I per a poder dur a terme la transcripció de grafema a fonema, la informació del còrtex visual d'associació passa a la circumvolució angular (àrea 39 de Brodmann), on es transmet la informació fins l'àrea de Wernicke (àrea 22 de Brodmann). Aquí és on es reconeixen i comprenen les paraules i el sentit de les oracions. I si la lectura és en veu alta, la informació es transmet del fascicle arquejat fins a l'àrea Broca (àrea 44 i 45 de Brodmann), l'encarregada de l'articulació de les paraules juntament amb l'àrea motora del cerebel i ganglis basals (González & Hornauer-Hughes, 2014).

2.1.1.3 Procés aprenentatge de l'escriptura

L'escriptura és un procés voluntari que comença amb la idea de comunicar i acaba en un acte psico-motriu. Existeixen diferents motivacions per les quals escrivim. Podem escriure pensaments i/o sentiments que tenim en un determinat moment i, també es poden escriure coses imaginades. Però, quan comencem a escriure, escrivim el que escoltem (en forma de dictat) (Roux et al., 2014) i el que veiem (en forma de còpia/resseguiment). Podem distingir dues etapes:

Una primera etapa que es duu a terme en el cicle d'educació infantil (3-5 anys), on es comença amb una escriptura de resseguiment d'un puntejat (Imatge 6). En aquest moment la coordinació ull-mà ha d'estar ben establerta. Conjuntament es fa l'aprenentatge del seu propi nom i, en



Imatge 6: Fitxa ed. Infantil aprenentatge escriptura.

aquest moment s'inicia el procés d'atribució de significat i distinció d'escrit a dibuix. Normalment, per a poder escriure una paraula, es dicta (percepció auditiva) lletra a lletra com està composta aquesta paraula (memòria visual). Els nens han de recordar mentalment com s'escriu cada lletra, fins que finalment, per si sols sabran escriure els diversos mots.

A una segona etapa de cicle inicial (a partir de 6 anys), s'inicia el canvi de lletra de "pal"/majúscules a lletra lligada (que implica la constància de forma). El nen escriu sense resseguiment, ni dictat, lletra a lletra.

En aquesta fase inicial o de paraules desconegudes, es realitza una ruta fonològica o sublèxica, en la qual a partir de regles pròpies de la llengua es converteixen fonemes en grafemes. En aquesta ruta poden cometre molts errors ortogràfics, ja que les paraules irregulars no s'escriuen tal com sonen. I finalment, es segueix una ruta directa o lèxica en qual l'escriptura depèn de l'activació de les paraules familiars (memòria visual) en el lèxic ortogràfic.

2.1.1.4 Procés neurològic de l'escriptura

Per a escriure cal una bona integració de les funcions sensoriomotores, cognitives i lingüístiques (Fujii et al., 2016):

La motricitat és l'habilitat més influent, donat que en l'escriptura necessitem una bona coordinació motora fina, entre el que es veu i el que es toca. És a dir, una coordinació ull-mà (oculo-manual) que implica domini muscular, tonicitat, autocontrol i relaxació. Aquí trobem involucrada l'àrea motora (lòbul frontal, àrea 4 de Brodmann, còrtex motor i premotor) pel control i regulació dels moviments corporals mitjançant la percepció i la regulació de les contraccions musculars.

Podem diferenciar la percepció auditiva i la visual, degut a que es realitza una associació de grafemes a fonemes. Per tant, en l'audició haurem de tenir unes bones habilitats de discriminació, integració i memòria auditiva. I en la branca visual, les habilitats necessàries seran una bona discriminació, un bon reconeixement figura-fons, constància de la forma i memòria visual. Es relaciona amb les àrees cerebrals:

- Visual (lòbul occipital): Detecta estímuls visuals.
- De Wernicke (lòbul temporal): Anàlisi sensitiv.
- Auditiva (lòbul temporal): Detecta estímuls auditius.

En l'escriptura també és important la propiocepció (àrea sensitiva somàtica: lòbul parietal), per a tenir sensació tàctil, sensació de pressió,...

I cal tenir un correcte pensament lògic/ planificació del missatge, necessari per a poder fer una bona associació de fonema-grafema i crear composicions de síl·labes, paraules i frases. Un bon domini del llenguatge, en una escriptura avançada per a poder fer una estructuració morfosintàctica, sintàctica i semàntica. I equilibri entre l'afecte i la voluntat (àrea prefrontal), ja que per escriure cal una motivació.

2.2 TERÀPIA VISUAL

La teràpia visual (TV) és un procediment no invasiu que es basa en el disseny d'un programa individualitzat amb exercicis protocol·litzats en freqüència, intensitat i complexitat. Té com objectiu establir noves relacions, que permetin rebre, processar i comprendre millor la informació visual i així tenir un sistema visual més eficaç (Plou, 2007). La TV podrà ser iniciada quan no hi hagi cap impediment d'entrada d'informació. Si hi ha opacitat de medis o defecte refractiu aquest han de ser els primers en ser corregits. La TV segueix en ordre cronològic, evolutiu i de dificultat adequat al pacient, sense imposar tasques massa difícils o massa fàcils, buscant un punt d'eustrès. On han de estar ben establertes les metes/objectiu final definits, tant per part de l'optometrista com del pacient.

La TV incideix directament sobre el sistema muscular ocular i sobre el sistema nerviós, via retino-geniculada-cortical i la via retino-mesencefàlica, millorant la funció d'aquests gràcies a la plasticitat neuronal. Concretament, els canvis realitzats amb la TV es duen a terme en la sinapsi neuronal. Els canvis poden ser: neoformació, destrucció o reestructuració de les ramificacions dels botons sinàptics i de les espines sinàptiques amb els seus receptors (Plou, 2007). Per tant, amb la TV pretenem entrenar al cervell, per processar la informació visual de forma més eficient.

És habitual la TV per a tractar disfuncions de motilitat ocular, vergències, estrabismes, ambliopia, trastorns acomodatius, trastorns del processament de la informació, rehabilitació de lesions cerebrals o millora de les capacitats visuals per a l'esport.

2.2.1 TV EN CONSULTA VERSUS TV A CASA

Pels pacients que no poden fer teràpia en consulta per motius de temps, desplaçaments o cost, una bona alternativa és la TV a casa, que també es complementaria a la TV en

gabinet, donant així millors resultats (Cooper & Jamal, 2012). Les investigacions demostren que la TV repetida en diversos intervals curts de temps és més efectiva que el mateix entrenament realitzat en un mateix cop (Feldman et al., 1989).

La TV tradicional requereix temps, el cost és elevat, hi ha necessitat d'un terapeuta amb coneixements i experiència suficients per treballar amb diferents dispositius, com estereoscòpis, vectogrames i anàglifs. També requereix que el pacient proporcioni respostes fiables i precises. Fins i tot amb el millor optometrista, el canvi d'objectius o estímuls durant la TV és sovint lent, ardu i poc fiable. A més, hi ha poca estandardització dels conjunts d'instruccions, la taxa i la quantitat de canvis d'estímul. Aquests factors poden provocar la variabilitat del tractament i els seus resultats (Scheiman et al., 2002).

Amb la TV a domicili també es creen un seguit d'inconvenients: difícil seguiment del compliment, complicada supervisió per a una realització correcta i/o dificultat de canvi de nivell de l'activitat. La TV a casa normalment falla per que el pacient no va entendre correctament les instruccions, necessitava un altre nivell de l'activitat, per a la realització incorrecte o, en el cas dels nens, els pares no van poder dedicar-li temps i la TV no es va realitzar (Cooper, 2007).

Amb els sistemes computeritzats de TV a la llar, es pretén minimitzar els errors i inconvenients de la TV a domicili. Aquests inclouen softwares per al seguiment i control de la dificultat de l'activitat amb condicionament operant i mètodes psicofísics. A més, la informatització millora la motivació del pacient, elimina el biaix experimental, simplifica els objectius, proporciona reforç immediat i dades per avaluar el progrés (p.ex. Brain VT o HTS™)(Cooper, 2007).

2.2.2 NOVES TECNOLOGIES EN TV

L'ús de noves tecnologies en TV és cada cop més freqüent. Aquestes permeten incorporar gran variabilitat d'activitats fent la tasca més entretinguda. Amb les noves tecnologies volem aconseguir motivació (Achtman, et. al., 2008) del pacient per així obtenir una millor resposta front la teràpia. Tenint en compte els objectius de la TV, l'ús de dispositius electrònics poden afavorir la condició d'eustrès i reforç de l'èxit (Fortenbacher et al., 2018a).

Avui dia els infants es troben en continu contacte amb dispositius electrònics: telèfons mòbils, tauletes i ordinadors. L'informe PISA de 2012, reporta que un 98% dels estudiants de 15 anys a Espanya té ordinador a casa i que el fa servir amb connexió a internet durant més d'una hora diària. Aquesta xifra que ha anat en augment respecte l'últim estudi PISA de 2009 (OECD, 2015). L'estudi realitzat per Chang et al., 2018, mostra a partir de qüestionaris a pares i alumnes que aquests fan servir l'ordinador/*smartphone*/tauletes 16 hores per setmana.

Per aquest motiu creiem convenient el recolzament de la TV en dispositius com PC o tauletes per incrementar la motivació de l'infant.

Els primers en demostrar l'eficàcia de la TV computeritzada van ser Cooper i Feldman, (1980) amb *Random Dot Stereograms* (RDS) aplicant un condicionament operant, és a dir, un reforç positiu o negatiu depenent de la resposta del pacient. La TV amb RDS va proporcionar una millora en les amplituds de convergència i reducció dels símptomes d'insuficiència de convergència (Cooper et al., 1983). En un posterior estudi, aquest mateix autor confirma la millora de l'acomodació i l'amplitud acomodativa (Cooper et al., 1987) emprant aquesta eina. Els autors determinen que la teràpia visual computeritzada és més ràpida a l'hora d'augmentar les amplituds de fusió que altres tècniques més convencionals com els vectogrames.

Diferents estudis demostren que la teràpia visual automatitzada dona resultats més efectius que els obtinguts en la teràpia tradicional de les anomalies binoculars (Daum, et al., 1987; Griffin, 1987; Somers, et al., 1984). Mostren que és preferible fer sessions curtes i freqüents versus llargues i espaiades. A més, disminueix el temps de tractament, millora la motivació i és de menor importància l'experiència de l'optometrista. Els resultats mostren l'efectivitat de la TV computeritzada amb pacients amb insuficiència de convergència que no havien millorat amb TV convencional (Kertesz, 1982; Krasich et al., 2016).

2.2.2.1. *PROGRAMES/ SOFTWARES*

The Computer Orthopter™ (VTS3), simula l'acció dels vectogrames, l'estereoscopi, el sinoptòfor i del *Brock Stereo Motivator* (BSM) en un mateix aparell. El canvi d'estímul

és fàcil i ràpid. Inclou proves de: fòries, supressió, camps motors, seguiments i sacàdics. El treball es divideix en primer grau (percepció simultània), segon grau (fusió plana) i tercer grau (estereopsis). La teràpia es modifica automàticament segons condicionament operant. Aquesta seqüència ha sigut provada científicament i demostra tenir validesa (Cooper et al., 1987; Feldman et al., 1989).

Amb HTS™, es pot treballar acomodació, vergències i ambliopia. Aquest programa proporciona instruccions detallades per a realitzar les diferents activitats. L'accés via Internet permet a l'optometrista realitzar un control i reforçar la teràpia remotament. Si no és possible l'accés a Internet, es pot instal·lar el programa mitjançant un disc dur. La TV pot ser prescrita en "mode automàtic" o "mode manual" si es realitza en consulta supervisada per un especialista. En mode automàtic, els canvis de nivell es basen en el progrés anterior (Cooper & Feldman 2009).

El programa I-BiT™, es un sistema interactiu per al tractament de l'ambliopia (Eastgate et al., 2006; Foss et al., 2013; Herbison et al., 2013; Waddingham et al., 2006). Els pacients juguen a un vídeo joc amb un sistema de realitat virtual (RV), on de forma dicòptica l'ull ambliop rep la informació de la figura i l'ull dominant rep la del fons, amb elements comuns en ambdós ulls per a afavorir la fusió, i fer entrenament binocular.

COR (*Computer Oculomotor Rehabilitation*), és un programa d'ordinador per a tractar disfuncions oculomotores post lesió cerebral traumàtica lleu (Ciuffreda et al., 2017)

COI VISION, software dissenyat pel Centre d'Optometria Internacional. Treballa amb la tècnica d'estimulació multisensorial Photosenses® (fototeràpia activa, estimulació auditiva i vestibular i demandes cognitives d'alt nivell). Permet realitzar tests diagnòstics i tractaments de teràpia visual per a estrabismes, ambliopies, problemes d'aprenentatge, coordinació, percepció, memòria visual i camp visual, entre d'altres. Podem treballar amb pantalla tàctil o pantalla a distància fins a 15 metres. També han desenvolupat diferents vessants del software, com COI NEURO per al tractament d'alteracions visuals funcionals, derivades de lesions o d'enfermetats neurològiques o COI SV per al entrenament de la visió esportiva.

IRISTEA, és un software amb dos mòduls, un de teràpia visual i un de gestió clínica. Permet treballar la TV de forma dinàmica amb canvis d'intensitat de l'entrenament segons la resposta del pacient, i pot continuar el treball a la llar amb un sistema Windows.

VISIONARY, és un software de TV basat en la gamificació amb 25 activitats diferents en les que es realitza l'entrenament de Brownie (un gos) per a presentar-se a un campionat caní. Podem realitzar tractament de l'ambliopia, estrabisme, problemes de vergències, paràlisis oculomotors, coordinació... Es pot treballar des de casa o a la clínica amb seguiment per part d'un especialista. Existeixen diferents formats VisionaryTool per a treballar amb pantalla, smartTV o projecció polaritzada amb ulleres anaglifes. Així tenim Visionaryeye amb estri de detecció dels moviments oculars com a ratolí. Per últim, també es pot disposar de VisionariVR amb ulleres de realitat virtual.

BRAIN VT és una plataforma online basada en els vídeo jocs amb cinc vessants diferents segons l'àrea a treballar. Compta amb un monitoratge complert de la teràpia, seguiment i intel·ligència artificial per al canvi d'activitat seguint un condicionament operant. Cerca la motivació infantil basada en el treball i guany per a la personalització del seu avatar (Brainy, un mussol). Més endavant, s'explica amb detall.

2.3 VIDEO JOCS

Els vídeo jocs s'han convertit en una activitat d'oci predominant en les últimes dècades. Diversos estudis demostren que el temps dedicat als vídeo jocs ha anat en augment en especial entre els joves (Duggan, 2015; Milani et al., 2018; Rideout, Foehr, & Roberts, 2010; Triberti et al., 2018).

Una gran quantitat d'estudis han trobat una relació positiva entre els vídeo jocs i el desenvolupament de les habilitats perceptives i cognitives (Chisholm, Hickey, Theeuwes, & Kingstone, 2010), comportament social (Ferguson, 2011), desenvolupament del coneixement (Carr & Bossomaier, 2011; Coller & Scott, 2009; Kebritchi, Hirumi, & Bai, 2010), i resolució de problemes (Liu, Cheng, & Huang, 2011; Wilson et al., 2009). També hi ha estudis sobre el potencial dels vídeo jocs per a millorar les habilitats d'aprenentatge més enllà del treball de memòria (Becker, 2007).

Dins del sistema visual, no tots els vídeo jocs actuen de la mateixa forma. Existeix un gradient d'eficiència segons el requeriment visual del joc. Trobem una classificació dels vídeo jocs segons la seva implicació en l'atenció visual (Achtman, Green, & Bavelier, 2008; Cohen, Green, & Bavelier, 2008):

- Jocs d'acció, que requereixen d'una gran demanda d'atenció visual, i control visuomotor precís. Hi ha multitud de distractors i els objectius es troben en qualsevol punt o moment imprevisible.
- Jocs d'esports o carreres, on no tots actuen de mateixa forma. Els jocs que tinguin moviments molt ràpids, necessitat de seguiment de més d'un estímul o processament de la informació perifèrica, són aquells en els quals es troba major implicació del sistema visual.
- Jocs de ràpid control visuomotor (p.ex.Tetris), on l'anàlisi visual no requereix la identificació de l'objectiu. Sent un joc exigent, l'atenció està focalitzada i el número de figures és limitat. No hi ha necessitat d'adaptació a canvis constants.
- Jocs d'estratègia, de simulació o rol que normalment son lents, i no hi ha necessitat d'atenció visual sinó de planificació i tàctica.
- Jocs de cartes o puzles, que no modifiquen l'atenció visual.

Diferents estudis han demostrat que els vídeo jocs d'acció poden millorar diferents habilitats visuals a més de l'atenció visual i la seva distribució espacial (Green & Bavelier, 2012) com la sensibilitat al contrast (Li, Polat, Makous, & Bavelier, 2009), l'agudesia visual (Green & Bavelier, 2007; Li, Ngo, Nguyen, & Levi, 2011), els seguiments (Green & Bavelier, 2006), la visió perifèrica, millora de la coordinació ull-mà (Griffith, Voloschin, Gibb, & Bailey, 1983) i l'aprenentatge sensoriomotor (Gozli, Bavelier, & Pratt, 2014).

Altres vídeo jocs d'aprenentatge perceptiu integrat treballen amb imatges de Gabor (Deveau, Lovcik, & Seitz, 2014), també han demostrat la millora en l'agudesia visual central i perifèrica i millora de la corba de sensibilitat al contrast en les freqüències de 1.5-18 c/g.

Els vídeo jocs poden arribar a millorar el processament multisensorial (Donohue, Woldorff, & Mitroff, 2010). En l'estudi de Donohue, el vídeo joc amb el que treballen,

presenta estímuls visuals i auditius en una tasca de discriminació simultània. Demostra que en general, els jugadors de vídeo jocs tenen millor capacitat de distinció entre estímuls simultanis.

2.4 PROVES OPTOMÈTRIQUES

2.4.1 PROVES OPTOMÈTRIQUES ESTUDIS VIDEOJOCS

En la revisió realitzada per Argilés i Quevedo (2019), trobem que els estudis que relacionen les habilitats visuals amb els videojocs fan servir diferents tests optomètrics:

Angle SPAN: quantitat de diferents elements que poden ser processats en paral·lel i de forma simultània sense moviment ocular.

Useful Field Of View (UFOV): test de mesura d'atenció visual en tot el camp visual sense moviments oculars.

Attentional Blink: detecció d'objectes entre diversos distractors per mesurar temps de reconeixement d'un primer objectiu i temps per a reconèixer un segon objectiu.

Coherent Dot Motion: presentació de punts en moviment aleatori, on s'ha de discriminar la direcció i la mesura es basa en el percentatge de coherència.

Presentació dicòptica: presentació d'informació separada a cada ull, amb resultat final de fusió binocular.

Sensibilitat al contrast (CSF): funció que relaciona la sensibilitat al contrast amb la freqüència espacial.

2.4.2 PROVES OPTOMÈTRIQUES ESTUDIS PLATAFORMA D'ENTRENAMENT VISUAL

En l'estudi de Wuang (2018), amb el programa *Game-Based Auxiliary Training System* (GBATS) avaluen amb TVPS-3 les habilitats visuals perceptives d'un grup experimental i d'un grup control (n=30 cadascun d'ells), d'edats compreses entre els 6-10 anys i amb dificultats de desenvolupament. El grup experimental treballa amb GBATS i el grup control utilitza un programa d'entrenament perceptiu convencional. L'entrenament es realitza dos cops per setmana en sessions de 30 minuts en un període de 2 mesos. Tots dos grups milloren els resultats del TVPS, enguany la millora és significativament major en el grup experimental. Les habilitats que més es potencien són: la discriminació visual, la memòria visual, les relacions visuoespacials, la constància de forma i la memòria visual seqüencial.

Els estudis de Dodick i Leong, treballen els moviments sacàdics per a una millora del rendiment lector (Dodick et al., 2017; Leong et al., 2014). Realitzen un entrenament dels

moviments oculars amb *The King-Devick Remediation Software*, en sessions de 20 minuts tres cops per setmana durant un mes i mig. I avaluen el rendiment lector amb *The Wechsler Individual Achievement Test-Third Edition* (WIAT-III), on troben diferències significatives en la velocitat lectora i comprensió post-entrenament.

Altres estudis fan servir tests específics per avaluar l'habilitat visual treballada amb el seu programa com *Automated Working Memory Test* (AWMA) (Van de Weijer-Bergsma, 2015) utilitzat en l'estudi per a la validació del programa *Lion Game* d'entrenament de memòria viso-espacial. O la campimetria amb Humphrey (Waddington et al., 2018) per a l'estudi de la rehabilitació de camp visual.

2.4.3 PROVES OPTOMÈTRIQUES EN ESTUDIS SOBRE PROGRAMES D'ENTRENAMENT VISUAL A LES ESCOLES

En un estudi similar al nostre (Codina, 2017), en el que s'aplica un entrenament visual ordinari al centre escolar, fan servir la següent bateria de proves: proves psicopedagògiques de Canals per a valorar la velocitat i la precisió lectora, test agudeses visual LEA, test DEM, mesura de fòria, reserves fusionals en visió llunyana i pròxima, estereopsis amb Randot Random Dot 2 amb símbols LEA, retard acomodatiu amb MEM, amplitud acomodativa per Donders i la flexibilitat acomodativa en visió pròxima. El programa d'entrenament visual té una durada de 12 setmanes amb 2 sessions per setmana de 30 minuts. L'estudi evidència que la meitat dels alumnes avaluats mostra alguna dificultat visual (n=148). En el post-entrenament (n=88) es determina que les disfuncions visuals milloren en un percentatge elevat de casos, sobre tot en aquells que tan sols presenten una àrea visual afectada. Els nens que milloren la seva motilitat ocular milloren de forma directament proporcional la seva velocitat lectora.

En un altre estudi similar, Morchón (2011), realitza la bateria de proves: refracció, AV, PPA, PPC, fòria, fusió, St amb TNO, moviments oculars amb punts de fixació, Test Gardner, Figura Universal, test de direccionalitat, test de velocitat lectora, Ishihara, TVPS i DEM. Els nens duen a terme un entrenament visual convencional de 3 mesos per a millorar la binocularitat i acomodació (n=10) on es comparen els resultats amb un grup control (n=15). Els infants milloren les habilitats de discriminació visual, moviments

sacàdics, velocitat lectora, binocularitat i acomodació, però no es mostren diferències significatives entre grups.

I Berrojo, et al. (2002), realitzen un estudi on avaluen l'AV, refracció, PPC, PPA, DEM, St amb Titmus Wirt, fòria, FA, Test Ishihara, TVPS i Monroe III. Després de 8 sessions de treball convencional els nens mostren una millora en la amplitud d'acomodació i la convergència.

2.5 BRAIN VT

El programa Brain VT es basa en una plataforma d'intel·ligència artificial amb cinc besants diferents, Brain VT: PRO (d'entrenament visual), EDUCA, SCHOOL, SPORTS i KIDS. Nosaltres treballarem amb Brain VT PRO, dissenyat per a treballar problemes d'aprenentatge, trastorns d'eficàcia visual i de percepció visual a partir dels 5 anys d'edat. Aquesta aplicació està pensada per a ser combinada amb TV a gabinet i/o recolzar entrenament visual a casa.

Per a la instal·lació del programa és necessari un ordinador o tauleta amb sistema operatiu Windows. Resolució de pantalla mínima 1366*768 píxels i targeta gràfica compatible. I connexió a internet, per a poder realitzar les actualitzacions setmanals i accés del software al núvol.

El procediment de treball de la plataforma necessita que l'optometrista introdueixi les dades personals del pacient nom, edat i correu electrònic, i el programa determina segons l'edat, el nivell inicial dels jocs. Es realitza una primera sessió d'entrenament on el programa determina el nivell del pacient, identifica les habilitats per sota o per sobre del rang d'edat i adapta automàticament els jocs de l'entrenament. La mida, la forma, el color, el número d'estímul i el moment d'aparició i temps de resposta són les variants que els programa anirà canviant, fet que afavoreix la TV creant eustrès i evitar els efectes terra i sostre. És a dir que la dificultat sigui superior a la que el pacient pot assumir o que aquesta sigui massa fàcil i per tant, avorrida.

Els jocs treballen de forma divertida i instructiva diferents aspectes de la cognició visual. Podem entrenar fins a 19 habilitats visuals i de cognició bàsiques, mitjançant 61 proves diferents. En el nostre estudi hem programat el sistema per a treballar les àrees de:

atenció visual, memòria visual, discriminació visual, sacàdics, seguiments, lateralitat i direccionalitat, coordinació ull mà, tancament visual, connexió interhemisfèrica i raonament numèric. La durada de cada sessió serà de 15 minuts al dia, i després de l'entrenament l'infant podrà realitzar la personalització del seu avatar i tindrà accés a jocs lúdics.

En les sessions de 15 minuts, es presenten les diferents activitats aleatòriament. Al començament de cada joc es faciliten les instruccions escrites, de forma senzilla i en format auditiu. El pacient pot triar, si s'escau, observar una demostració visual del joc. Dins de cada activitat trobem reforç auditiu front els errors i els guanys. Dependrà de cada nen, segons les seves capacitats, el número d'activitats a realitzar en cada sessió.

3 OBJECTIUS

Avaluar les habilitats visuals i perceptives d'una mostra de 48 nenes de 7-8 anys.

Avaluar les habilitats acadèmiques de velocitat escrita i velocitat grafomotora.

Dissenyar un programa d'entrenament visual amb plataforma Brain VT.

Valorar l'efectivitat del programa en una mostra de 7 nens.

Comparar l'efectivitat del programa entre el grup experimental i el grup control.

4 HIPOTESI

Els nens amb dificultats visuals presentaran una menor velocitat lectora i d'escriptura.

El grup experimental que ha realitzat l'entrenament viso-perceptiu amb plataforma Brain VT millorarà les capacitats visuals i perceptives tant com les habilitats acadèmiques de velocitat lectora i velocitat grafomotora.

5 MÈTODE

5.1 MOSTRA

Es realitza un cribratge visual als nens de segon curs de primària de l'escola C.E.I.P. Rivo Rubeo de Rubí. Participen un total de 48 alumnes dels quals trobem un 56.25% de nens i un 43.75% nenes, d'edats compreses entre els 7.2-8.2 anys (edat mitja 7.6 anys).

Del grup avaluat extraïem un grup de 10 nens per a participar en l'estudi d'entrenament amb plataforma BrainVT. Finalment, podrem realitzar l'anàlisi de dades de 7. Descartem

els resultats de 3 infants per falta de treball amb la plataforma. Compararem els resultats amb 6 nens escollits a l'atzar com a grup control.

	EDAT MITJA	SEXE
GRUP EXPERIMENTAL	7.8	71.43%nens/ 28.57%nenes*
GRUP CONTROL	7.6	33.33%nens/ 66.67% nenes*

Taula 1: Descripció grups, edat i sexe.

*No es presenten diferències significatives en les àrees avaluades segons el sexe. Per tant no es considera rellevant que el grup control i el grup experimental no siguin homogenis quant al gènere.

5.2 MATERIAL I INSTAL·LACIONS

Per a la realització del cribratge visual i proves post entrenament:

- Espai cedit pel centre: aula de reunions cicle inicial i aula de reforç.
- Estat refractiu:
 - **Test de Snellen.**
 - **Retinoscopi i lents esquioscòpiques.**
 - **Ullera i lents de prova i cilindre creuat.**
 - **Oclusor translúcid.**
 - **Forat estenopèic.**
 - **Frontofocòmetre.**
- Visió binocular i acomodació:
 - **Optotip d'agudes visual 0.8 en visió propera** per avaluar el punt pròxim d'acomodació (PPA).
 - **Oclusor translúcid**, per a poder fer avaluació monocular.
 - **Regle mil·limetrat.**
 - **Barnilla de Wolf** com a punt de fixació per avaluar el punt pròxim de convergència.
 - **Punt de fixació VLL i VP i oclusor en pala translúcid**, per avaluar el cover test (CT)
 - **Vareta de Maddox i carta de Thorington** per a valorar i quantificar subjectivament la fòria horitzontal i vertical en VP.

- **Prisma vertical de 10 ΔBS** per a valorar l'existència de percepció simultània.
- **Filtre vermell** per a valorar l'existència fusió i la seva estabilitat. També utilitzarem el filtre vermell per a valorar l'existència de supressió i la seva constància.
- **Llum puntual.**
- **Flipper +2.00/-2.00** per a la valoració de la flexibilitat d'acomodació en visió propera.
- **Cronòmetre.**
- **Test TNO amb ulleres anaglífiques** per a l'avaluació de l'estereopsis (St).
- Salut ocular
 - **Test Ishihara.**
 - **Llum puntual**, per la valoració dels reflexes pupil·lars.
- Habilitats oculomotores i coordinació oculomaneu.
 - **Varetes de Wolf**, per l'avaluació dels moviments sacàdics i seguiments.
 - **Development Eye Movement Tests (DEM).**
 - **Prova grafomotora de WOLD.**
 - **Prova Galí de lectura.**
 - **Cronòmetre.**
- Percepció visual
 - **TVPS (test of visual-perceptual skills).**
- Connexió interemisfèrica.
 - **Figura universal.**
- **Fitxes recopilació de dades.**

Per a l'entrenament visual:

- **Ordinador i/o tauleta** amb sistema operatiu Windows, sistema gràfic compatible amb Brain VT i connexió a internet.
- **Correu electrònic** del pare/mare per poder accedir a la plataforma i realitzar *feed back* del seguiment.

- **Plataforma BrainVT.**

5.3 PROCEDIMENT

5.3.1 CRIBRATGE

El cribratge es realitzà a l'escola Rivo Rubeo. Aquest forma part del projecte de revisions optomètriques que el Centre Universitari de la Visió duu a terme anualment a 2n de primària. L'escola va cedir un espai en les seves instal·lacions per a la realització de les proves, els dies concretats.

Els pares van ser informats pel centre de les dates del cribratge. Juntament se'ls va fer arribar una carta informativa (annex 1), el consentiment informat (annex 2) i la fitxa d'anamnesi (annex 3). Aquests van ser retornats al centre omplerts i signats. Previ a la revisió visual es realitza una lectura de les fitxes d'anamnesi.

El cribratge es va realitzar els dies representats a la taula 2 en horari escolar de 9:00h a 12:30h.

	DIES
FEBRER 2018	16,20,23,27
MARÇ 2018	2,6,9,12,19,21

Taula 2: Dies Cribratge.

5.3.1.1 Proves

Presentem la bateria de proves visuals realitzades en el cribratge a l'escola Rivo Rubeo de Rubí, dividides per estacions, que van realitzar diferents optometristes:

Estació 1:

I. Refracció i agudesa visual

Realitzem la mesura de l'AV en visió llunyana (VLL) amb el test de Snellen en condicions habituals d'il·luminació (ambient d'aula) de forma monocular i binocular. Retinoscopia, i examen subjectiu amb ullera de prova.

II. Reflexes pupil·lars

Observem la resposta sensorial pupil·lar directa i consensual a la llum i l'acomodació. Anotació segons les inicials PIRRLA (inicials referents a Pupil·les Isocòriques Rodones Reactives a la Llum i la Acomodació) (Figuerola, 2014) si trobem que no compleix algun dels paràmetres es tatxa la inicial corresponent.

III. Seguiments i sacàdics

Observació dels moviments oculars, realització amb varetes de Wolf com a punt de fixació. Avaluació dels moviments tant de seguiments amb 1 vareta i moviment en H, com els moviments sacàdics amb 2 varetes fem canviar el punt de fixació i realitzem repetidament l'acció amb diferents separacions entre ambdues varetes. Anotació segons si aquests son suaus, precisos, extensos i complerts (SPEC), si algun no compleix es tatxa la inicial corresponent.

Estació 2:

I. Visió del color

Fem servir el tests d'Ishihara (làmines pseudoisocromàtiques), a una distància 30 cm mostrem les diferents làmines, el nen ens diu el número que veu a cada pàgina.

II. Tres graus de fusió: percepció simultània, fusió i estereopsis

Avaluem la percepció simultània amb un prisma de 12 diòptries prismàtiques i la llanterna de llum puntual. Quan el nen té el prisma davant l'ull dret ha de visualitzar dos estímuls lumínics, això voldrà dir que té percepció simultània. Si tan sols veu una llum o alguna d'aquestes és intermitent li preguntem i ocloem de forma alternant ambdós ulls per a conèixer quina imatge suprimeix.

La prova de fusió la realitzem amb filtre vermell i llum puntual. Amb el filtre vermell davant l'ull dret preguntem de quin color veu la llum, posteriorment ocloem l'ull esquerre i preguntem novament de quin color el veu. Normalment amb els dos ulls oberts la llum es veu vermellosa/taronja o blanquinosa, al ocloure l'ull sense filtre aquesta s'ha de veure més vermella. Si és així el nen presenta fusió, si la resposta és dubtosa podem repetir el procés amb el filtre a l'ull contrari. Ens podem trobar que el nen veies dues llums, això voldria dir que no existeix fusió plana.

Prenem la mesura l'estereopsis amb el test TNO (*The Netherlands Organisation*) i ulleres anaglifes. On demanem que ens indiquin cap on te oberta la boca en "Pac-Man" o on falta un tros de pastís.

IV. PPA i FA

Realitzem la mesura del punt pròxim acomodatiu (PPA) de forma binocular i si aquest és major a 8 cm, realitzem la mesura monocular.

També realitzem la mida de la flexibilitat acomodativa (FA) binocular amb flippers de $\pm 2,00$ diòptries amb un test de visió pròxima fixant la lletra d'agudes visual 0.8. El valor esperat és de 12 cicles per minut (cpm) o major. Si aquest no es compleix realitzem la prova de forma monocular.

V. PPC

Mesura del punt pròxim de convergència, realitzem tres mesures del trencament i recuperació de la fusió i anotem la mitja dels punts. Aquesta és avaluada de forma subjectiva, el nen ens informa del que veu i també de forma objectiva per l'examinador que observa la desviació de la línia de mirada. El valor normal és de 7 cm el trencament i 15 cm la recuperació, en aquesta franja d'edat.

VI. Fòria

Realització del *Cover Test* unilateral i alternant en visió llunyana i pròxima, anotació de la desviació no quantificada.

Prova de fòria en visió pròxima amb vareta de Maddox i carta de Thorington, avaluem i quantifiquem la fòria vertical i horitzontal.

Estació 3:

I. Figura universal

Fem dibuixar al nen la figura universal, per avaluar el desenvolupament de les habilitats d'anàlisi de la informació visual i valorar com el nen percep les parts del dibuix i la capacitat d'integració global. Anotem la planificació del dibuix i si existeix creuament de la línia mitja (Argilés, 2015).

II. DEM (Development Eye Movements)

El nen fa la lectura de les làmines A i B on anotem el temps de lectura. Posteriorment realitza la lectura de la làmina C on anotem els errors corresponents, procedim a la correcció amb les taules estandarditzades per edats.

III. TVPS (*Test of Visual Perception Skills*)(Martin, 2006)

Passem els 7 subtest, anotem les respostes en el full d'anotacions, quan el nen falla en 2 làmines consecutives passem al subtest següent. Posteriorment s'analitzen les respostes amb els barems de correcció estandarditzats per edats.

IV. Prova velocitat lectora

Test Galí (Canals, 1988) de velocitat lectora, trobem diferents textos segons el curs escolar. Els textos estan escrits en Català i Castellà. I consta d'uns barems estàndards de correcció. Nostres fem servir el text corresponent a 2n de primària en Català. Fem llegir el text al nen durant 1 minut i anotem quantes paraules llegeix (PPM).

V. Prova grafomotora de Wold (Mejuto, 2013)

El nen còpia el text escrit a la part superior del full. Anotem el temps que triga en fer tota la còpia. Fem el càlcul per extreure el resultat en lletres per minut (LPM). Aquesta prova també ens dona informació postural del nen, forma en la qual fa el *Grip* i dominància manual.

El temps d'examen total aproximat va ser aproximadament de 1:30h per nen.

5.3.2 SESSIÓ INFORMATIVA ALS PARES

Vam fer arribar als pares una carta explicativa (annex 4) de les àrees visuals avaluades juntament amb els informes per a cada nen avaluat (annex 5 i 6).

Acordem una xerrada informativa pel dia 18/4/18, on es parla de les habilitats visuals i com aquestes poden afectar a l'aprenentatge dels nens. També fem aclariments individuals als pares i resollem dubtes sobre els informes. En la mateixa xerrada, exposem el projecte d'entrenament visual amb la plataforma Brain VT, i l'Enric Bach realitza una presentació del programa i els informem del estudi a realitzar. Finalment,

concretem una segona xerrada 26/4/18 per als pares que no van poder assistir a la primera per a que tots els pares interessats en el projecte puguin participar.

Enviem al centre un segon consentiment informat (annex 7) per al projecte d'entrenament amb Brain VT, i demanem les dades per a realitzar l'alta en el programa.

5.3.3 ALTA EN EL PROGRAMA

Recollim 31 consentiments, i donem d'alta en el programa durant el mes de Maig a totes les famílies interessades. Finalment, tan sols 10 nens s'instal·len el programa i fan l'entrenament, dels quals 3 entrenen 1-2 dies durant el període habilitat. Les dades d'aquests es fan servir com a grup control ja que no es pot considerar que hagin treballat suficient.

Imatge 7: Pantalla BrainVT alta usuari.

5.3.4 ENTRENAMENT AMB BRAIN VT

Del mes de Juny al mes de Setembre els nens realitzen l'entrenament. Cada un disposa de 4 llicències d'utilització. Això correspon a 4 mesos d'alta en el programa. Dins dels 4 mesos el nen pot entrar cada dia a la plataforma i realitzar els 15 minuts d'entrenament. Després té accés a l'àrea lúdica del sistema i pot personalitzar el seu mussol.

Programem Brain VT per a treballar les àrees de :

Atenció visual

- **Dispara sense punteria:** Un estímulo es mostra durant un instant al centre de la pantalla i posteriorment, apareix amb distractors. Un cop l'objecte *target*

comenci a prendre moviment, haurem de clicar la tecla espaiadora per a disparar i/o clicar la pantalla en cas que aquesta sigui tàtil.

- **Cap on giren les pilotes:** Es presenta l'estímul a observar durant un instant a la pantalla d'instruccions, acte seguit s'haurà d'identificar l'element amb el mateix sentit de gir entre elements distractors.

Memòria visual

- **Memory:** Joc on es presenten diverses cartes cobertes amb estímuls que s'hauran de descobrir per emparellant-les.
- **ABC amb paraules:** Es mostra una paraula al centre de la pantalla per un instant. Després apareix una matriu de lletres on haurem de clicar les lletres adients per compondre la paraula anteriorment presentada.
- **Llums:** Seguint el mecanisme del "*Simon says*", veurem un seguit d'estímuls lluminosos que haurem de memoritzar i repetir clicant en l'ordre correcte.

Sacàdics

- **Endreçar números sense memòria:** Una sèrie de números apareixen a la pantalla "desendreçats", aquests s'han de clicar/tocar endreçant-los de forma ascendent.
- **Missatge secret:** s'ha de desxifrar el missatge secret buscant les lletres corresponents a les coordenades esmentades a l'enunciat.
- **Clica tots els estímuls:** Es presenta un estímul al centre de la pantalla per un instant. Acte seguit, s'ha de clicar seguint el ritme del metrònom i evitant elements distractors.

Seguiments

- **E i C:** Una lletra E o C es mostra a la pantalla d'instruccions. Després, se'ns presentarà a la pantalla, entre elements distractors, haurem de determinar la seva direcció i sentit. Tan la lletra objectiu com la lletra distractora estaran en constant moviment per tota la pantalla.
- **Cap on giren les pilotes (dinàmic):** Una pilota apareix a la pantalla d'instruccions. Haurem de determinar en quin sentit gira entre elements

distractors. Tan l'estímul objectiu com els distractors estaran en constant moviment per tota la pantalla.

Lateralitat

- ***Clica tots els estímuls (dinàmic)***: Se'ns mostra un estímul al centre de la pantalla en un sentit (dreta o esquerra). Haurem de clicar, seguint el ritme del metrònom, tots els estímuls que es moguin en la direcció anteriorment esmentada evitant estímuls distractors.

Coordinació manual

- **Dispara amb punteria**: Un estímul apareix al centre de la pantalla i, acte seguit es torna a presentar a la part superior acompanyat d'elements distractors. Nosaltres controlarem una nau espacial a la part inferior de la pantalla amb la que podrem disparar i moure'ns en una direcció. Els estímuls aniran caient. Per superar la prova haurem d'encertar l'estímul i evitar els elements distractors. Aquesta prova és similar a un videojoc d'acció.

Tancament visual

- **Formes sense memòria**: Es presenta un estímul a la part superior de la pantalla i a la part inferior tres opcions inicialment en blanc. Aquests tres objectes, paulatinament, es van composant formant en un d'ells l'estímul *target*. S'ha d'escollir l'estímul adequat amb la màxima celeritat possible.
- **Formes amb memòria**: El funcionament és similar a l'aplicació anterior, però, en aquest cas l'estímul objectiu apareix per un instant al centre de la pantalla. Doncs, s'ha de memoritzar i identificar-lo treballant, també, la memòria visual.
- **Formes semblants sense memòria**: El funcionament serà força semblant a la prova formes sense memòria però les opcions distractors que es presenten son similars entre elles.

Connexió interhemisfèrica

- **Colors**: S'ha de disposar la paraula de cada color dins del contenidor del color associat, els distractors son les mateixes paraules colorejades de color diferent al escrit.

Discriminació visual

- **Discriminació visual amb formes:** Un estímul patró apareix a la part superior de la pantalla. A la part inferior trobem un seguit d'objectes. Haurem d'identificar els diferents del *target*.
- **¿On estan les pilotes?:** Apareixen pilotes per tota la pantalla de manera estàtica. Algunes d'aquestes pilotes pampalluguen durant un instant. De sobte, comencen a moure's per la pantalla durant un cert temps. Haurem de seguir les que han pampalluguejat i seleccionar-les un cop acabi el moviment.

Raonament

- **Extrems** (amb el que també treballarem els moviments sacàdics): identificar el nombre més elevat i el més petit d'una sèrie de números.

Constància de forma

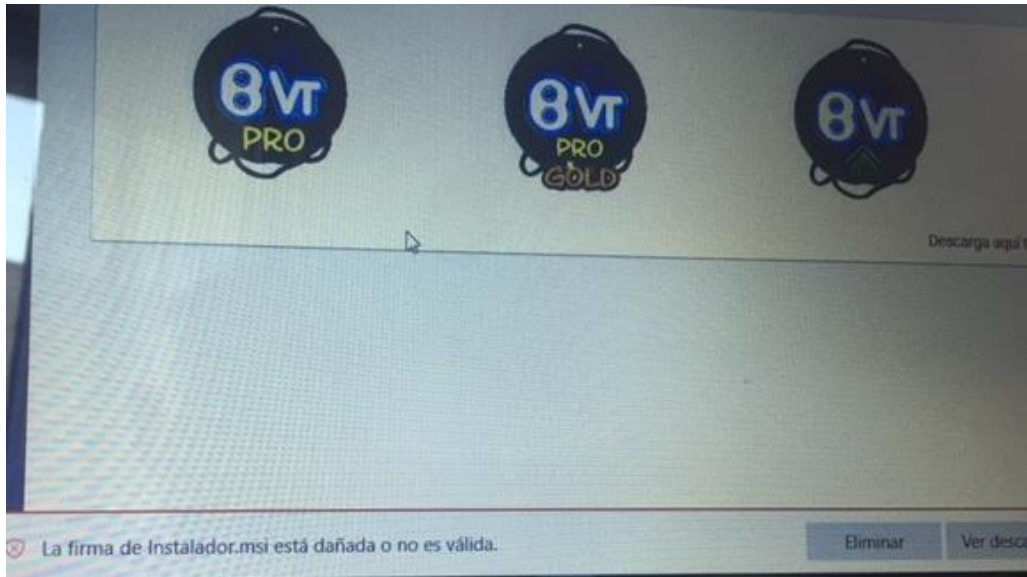
- **Constància de forma amb paraules:** Un seguit de lletres objectiu apareixen a la part superior de la pantalla. S'han d'identificar-les a la part inferior de la pantalla on podran estar girades o presentar una mida diferent.
- **Constància de forma:** El funcionament de la prova serà idèntic a la prova anterior però en aquest cas els estímuls son pilotes.

5.3.5 SEGUIMENT DE L'ENTRENAMENT

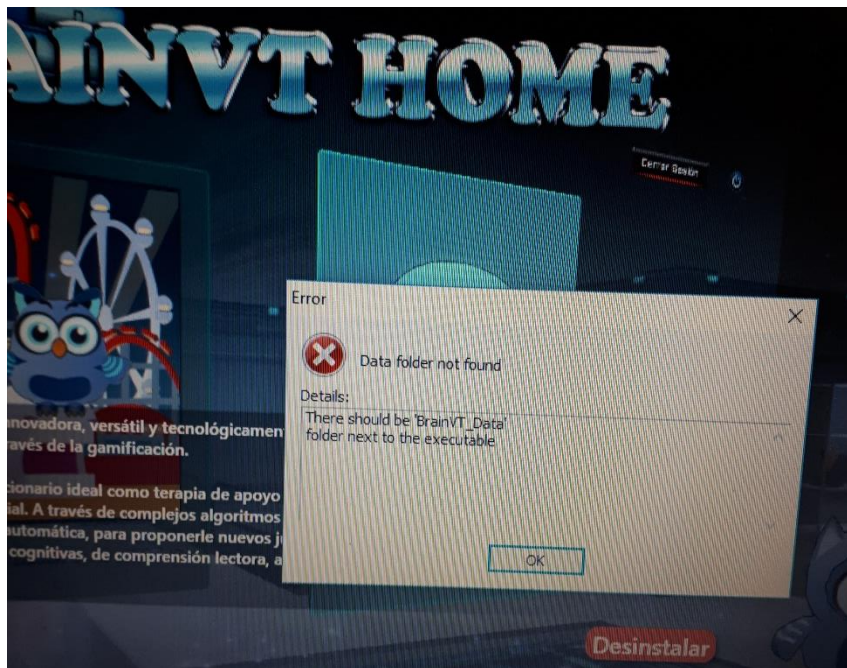
Enviam un e-mail d'accés on proporcionem el nom d'usuari i la guia d'instal·lació de la plataforma. Adjuntem el telèfon del servei tècnic per a poder resoldre dubtes de la instal·lació (annex 8).

A finals de Juny, enviem un e-mail animant a les famílies que treballen amb la plataforma per a que no ho deixin i continuïn treballant. I un altre e-mail a les famílies que no s'han descarregat el programa, per recordar-li'ls que estaven habilitats i podien treballar amb la plataforma. Pocs participants van respondre a l'e-mail, i la majoria de les respostes van ser per problemes (Imatge 9 i 10), que es van intentar solucionar amb l'equip tècnic. Com problemes de càrrega del programa, la connexió a Internet d'alguns dels participants era de velocitat insuficient i això feia que el programa es carregués amb molta lentitud i les imatges no es veiessin correctament. O errors de instal·lació. Es van

redirigir els correus a l'equip tècnic de BrainVT, que es van posar en contacte amb les famílies i amb connexió remota als seus dispositius van intentar solucionar els problemes.



Imatge 8: Error de descàrrega.



Imatge 9: Problema d'instal·lació del programa

Al mes de Setembre, es va enviar un e-mail amb l'evolució de cada nen que ha treballat on es mostrava el recopilatori dels dies d'entrenament i la informació dels dies restants d'alta que restaven al sistema. Juntament es va informar de la proximitat a la revisió optomètrica per a animar-los a continuar amb el tractament i intentar que les sessions fossin més freqüents.

5.3.6 REVISIÓ POST-ENTRENAMENT

Al mes d'Octubre tornem a l'escola per a realitzar la revisió post-entrenament als 10 nens que han treballat amb Brain VT. I tres nens més per a poder obtenir resultats d'un grup control.

Es realitzen les proves de: Estereopsi amb TNO, PPC, fòria VP, PPA, FA, prova Galí, test de còpia de Wold, DEM i TVPS complert, en una mateixa estació i valorat per un sol optometrista. El temps mitjà d'examen per nen fou d'1h.

La revisió es dugué a terme els dies representats a la taula en horari escolar de 9:00h a 12:30h.

	DIES
OCTUBRE 2018	23,25
NOVEMBRE 2018	6,5

Taula 3: Dies revisió optomètrica post-entrenament amb BrainVT

I finalment, realització d'informes post-entrenament per a cada nen (annex 9), amb descripció de l'evolució de cada àrea avaluada. Van ser entregats a finals de Novembre.

6 RESULTATS

6.1 ANÀLISI DESCRIPTIU DEL CRIBRATGE

Realitzem l'anàlisi descriptiu dels valors resultants del cribratge visual mitjançant una fulla de càlcul Excel i amb el software STATA, amb un total de mostra de 48 subjectes.

Respostes de les fitxes d'**anamnesi**:

Fem l'estudi de 36 fitxes degut a la falta de respostes en 11 fitxes. I 1 fitxa per estar resposta tot com a "no" essent corresponent a un nen diagnosticat de TDAH amb visió doble en VP i grans dificultats d'aprenentatge.

	Si (%)	A vegades (%)	No (%)
1. Em canso quan porto una estona mirant d'aprop	11,1	11,1	77,8
2. Em fa mal el cap quan porto una estona llegint	5,6	8,3	86,1
3. Veig borrós quan intento llegir	2,8	8,3	88,9

4. Quan llegeixo, veig doble	0,0	2,8	97,2
5. Quan llegeixo, em ploren els ulls	0,0	13,9	86,1
6. Quan llegeixo em costa concentrar-me	16,7	38,9	44,4
7. Quan llegeixo, noto que es mouen les lletres, les paraules o les línies	2,8	22,2	75,0
8. Quan llegeixo, m'agafa son	5,6	22,2	72,2
9. Quan porto una estona llegint, em costa més entendre el que llegeixo	11,1	41,7	47,2
10. Llegeixo massa lentament	19,5	33,3	47,2
11. Crec que giro un ull al llegir	0,0	2,8	97,2
12. Tanco un ull per veure millor	2,8	2,8	94,4
13. Sento tensió als ulls quan estic mirant alguna cosa una estona	0,0	8,3	91,7
14. Quan llegeixo una estona, em distrec amb facilitat	25,0	41,7	33,3
15. M'acosto o m'allunyo molt per llegir	8,3	22,2	69,5
16. Tinc que moure el cap per poder llegir	2,8	8,3	88,9
17. Em perdo quan estic llegint	16,7	44,4	38,9
18. Quan llegeixo em salto algunes paraules o línies	11,1	36,1	52,8
19. Em resulta difícil copiar de la pissarra	2,8	11,1	86,1
20. Freqüentment em fa mal el cap	8,3	27,8	63,9
21. Tinc dificultat de mirar de la pissarra a la llibreta i al revés	0,0	13,9	86,1
22. Em molesta molt la llum	0,0	22,2	77,8
23. Sento que em cremen els ulls al llegir	2,8	11,1	86,1

Taula 4: Resultat qüestionaris.

Proves realitzades al cribratge (n=48):

Agudesia visual (AV) monocular i binocular. Aquesta és de la unitat en el 97.92% (47 nens) de la mostra. Un dels infants no arriba a la unitat sent la seva AV del 0.9 i 0.8 en ambdós ulls (AU) de forma monocular.

Estat refractiu:

En l'estat inicial, infants amb correcció òptica en ulleres del 6.25% (3 nens), tots ells amb correcció hipermetròpica i astigmàtica en AU i de similar magnitud. La resta sense correcció òptica.

Refracció esquiascòpica:

- Hipermetropia 95,83%
- + Astigmatisme 8.33% (4 nens, 1 no ho porta corregit)
- Neutre 4.17%

Refracció subjectiva

- Hipermetropia AU 8.33%
- Hipermetropia + Astigmatisme AU 6.25% (ja corregits)
- Astigmatisme simple AU 2.08%
- Hipermetropia 1 ull 2.08%
- Miopia 1 ull 2.08%
- Neutre AU 79.26%

El 14.57% dels nens tenen necessitat de revisió optomètrica refractiva.

Visió del color

47 subjectes presenten visió del color normal, tan sols un nen (2,08% de la mostra) presenta alteració en la visió del color, i ja tenia coneixença de la dificultat.

Cover test en visió llunyana:

Observem ortofòria en un 93,75% dels casos i exofòria en un 6,25% dels subjectes. No observem cap tròpia ni endofòria.

Cover test en visió propera

El 27,08% dels subjectes presenten una condició ortofòrica, el 68,75% exofòrica i el 4,17% endofòrica. No hi ha cap infant amb tròpia.

Tres graus de binocularitat

El 100% de la mostra presenta percepció simultània, el 4.17% (n=2) presenta supressió total, un 2.08% (n=1) presenta supressió alternant i un 4.17% (n=2) presenta supressió intermitent. El 68.75% (n=33) mostra fusió estable, el 22,91% (n=11) presenta fusió inestable i el 8.33% (N=4) no presenta fusió.

Fòria VP, carta de Thorington:

La quantificació mitjana de la fòria és de $2,08 \pm 3,11 \Delta D$. Un 22,91% dels infants presenten condició ortofòrica, un 62,5% exofòrica dins la norma, un 6,25% exofòrica fora la norma i un 8,34% mostren condició endofòrica.

Resultats de les proves del cribratge, valors mitjos i desviació estàndard (DS):

	Mitja	Desviació estàndard
Estereopsis TNO	50.74	17.97
PPC trencament	6.27	5.78
PPA	7.86	3.57
FA	9.77	4.45
Velocitat lectora	42.73	22.76
Velocitat escrita (LPM)	16.51	5.78
Temps DEM vertical	59.35	11.07
Temps DEM horitzontal	92.38	23.25
Errors DEM	12.97	11.16
Ratio DEM	1.56	0.39
TVPS Discriminació	9.46	3.37
TVPS Memòria	10.46	3.79
TVPS Relació espacial	13.52	3.32
TVPS constància de forma	9.42	3.69
TVPS memòria seqüencial	9.88	3.32
TVPS figura-fons	11	3.38
TVPS tancament visual	10.27	3.49

Taula 5: Resultats proves valors mitjos i DS.

L'estereopsis (St):

ST TNO	% mostra
120"	2
60"	65
30"	31
15"	2

Taula 6: Resultats TNO.

Valors mitjos i percentatge nens amb valors fora del valor normal (VN):

	Valor mig	Fora VN
PPC	6cm	17%
PPA	7,9cm	20,8%
FA	10cpm	37,5%
VL	42,7PPM	62,5%
Wold	16,5LPM	77%

Taula 7: Resultats proves PPC, PPA, FA, VL i Wold. Valors mitjos i valors fora VN.

En els resultats del **DEM** veiem que per a una mostra de 7.6 anys (Facchin & Maffioletti, 2018):

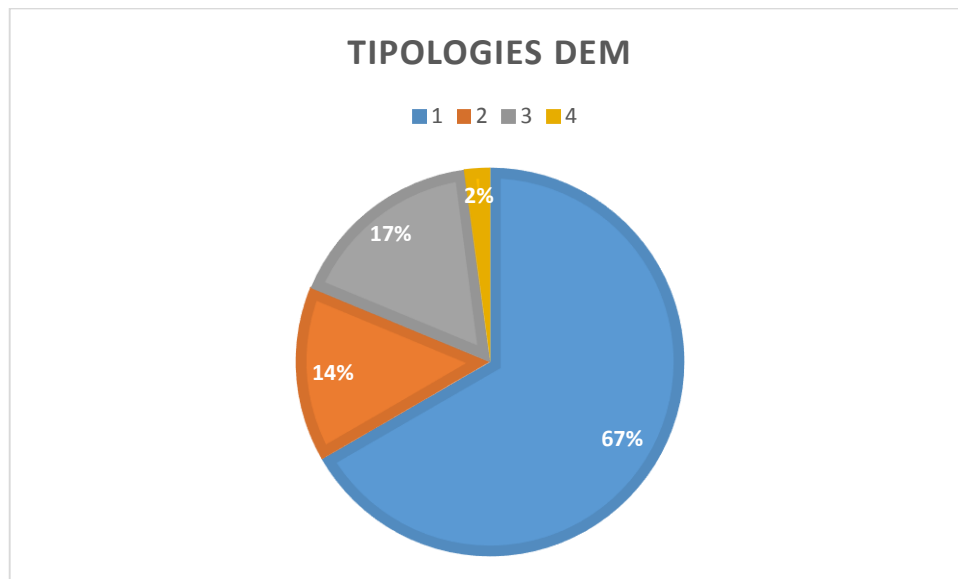
	Valor normalitat (S.D.)	Valor mitjà mostra (DS)
DEM vertical	54.83 (9.20)	59.35 (11.07)
DEM horitzontal	87.94 (28.18)	92.38 (23.25)

Errors	12.5 (12.91)	12.97 (11.16)
Ratio	1.60 (0.41)	1.56 (0.39)

Taula 8: Resultats DEM.

Els valors de normalitat són similars als valors de la mostra el temps vertical i horitzontals són una mica superiors de igual magnitud en ambdós temps això pot ser degut al canvi d'idioma respecte a la avaluació dels valors de normalitat del DEM (anglès) .

Classifiquem els resultats del DEM segons les tipologies:



Gràfic 1: Resultat tipologies DEM.

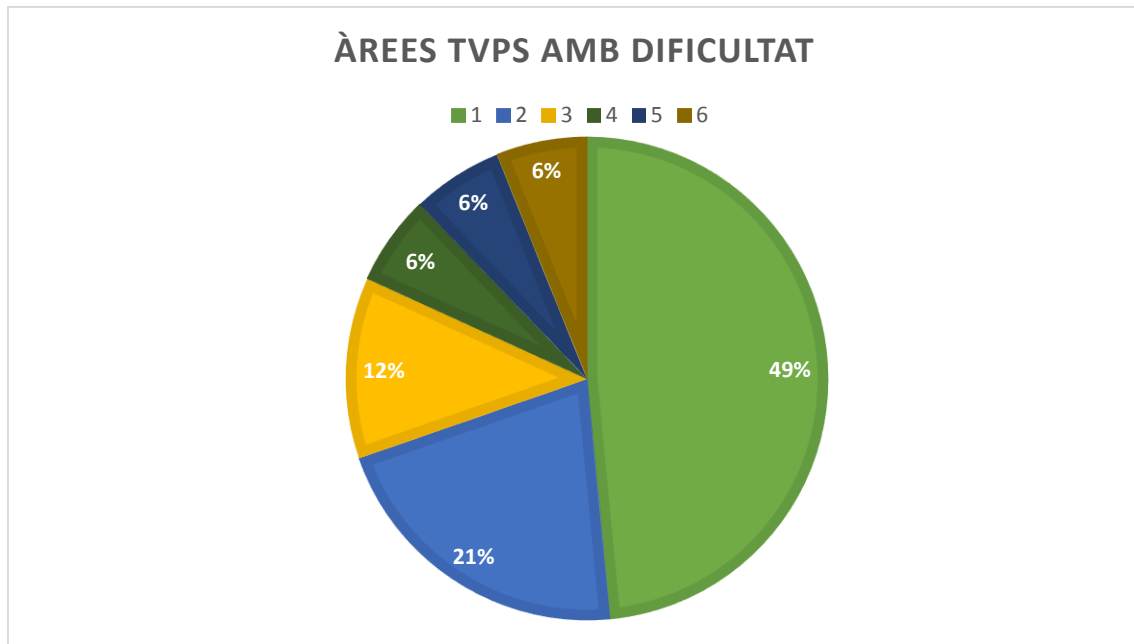
TVPS, valorem el *Scaled Score (SC)* de les diferents habilitats visuals avaluades:

	Percentil associat al SC mig	Valor mitjà (SC)	Nens fora VN (%)
TVPS Discriminació	37	9.46	20,83%
TVPS Memòria	50	10.46	12,5%
TVPS Relació espacial	84	13.52	4,17%
TVPS constància de forma	37	9.42	18,75%
TVPS memòria seqüencial	50	9.88	20,83%
TVPS figura-fons	63	11	14,58%
TVPS tancament visual	50	10.27	12,5%

Taula 9: Resultats TVPS.

Dins la mostra trobem a 31,25% (n=15) nens sense cap problema de percepció visual, SC superior a 7 (percentil 16%). I un 78,75% que tenen dificultat en una o més àrees de la

percepció visual, al següent gràfic podem diferenciar als infants amb 1 àrea de dificultat, 2, 3, 4, 5 o 6 (n=33). No hi ha cap nen amb totes les àrees avaluades amb el TVPS amb percentil menor o igual a 7.



Gràfic 2: Àrees TVPS amb dificultat

Figura universal

Un 60,41% dels infants integra creuant la línia mitja de la figura universal. El 39,58% restant no.

6.2 ANÀLISI DESCRIPTIU GRUP EXPERIMENTAL I GRUP CONTROL

Realitzem l'anàlisi descriptiu dels valors dels exàmens previs a l'entrenament visual dels dos grups mitjançant el software STATA.

- Grup experimental: format per 7 subjectes participants voluntaris. Aquest han realitzat més de 10 sessions de treball amb la plataforma Brain VT. La mitja de dies d'entrenament és de 34 dies (± 17.6) dels 120 dies habilitats per a treballar. Malauradament, el nen que més ha treballat ha entrat a la plataforma 64 dies i el que menys 13 dies.
- Grup control: format per 6 subjectes, 3 d'ells participants voluntaris amb menys de 2 dies d'entrenament amb Brain VT i 3 participants aleatoris extrets del grup del cribratge inicial.

Resultats valors mitjos i desviació estàndard (S.D.):

	Grup 1 Experimental Mitja (S.D.)	Grup 2 Control Mitja (S.D.)
Estereopsis TNO	40.71 (18.80)	50 (15.49)
PPC trencament	12.14 (7.08)	4.33 (2.07)
PPA	10.43 (6.16)	7 (2.37)
FA	9 (3.56)	12.33 (3.88)
Velocitat lectora	38.14 (26.32)	42.17 (16.94)
Velocitat escrita (LPM)	17.03 (5.35)	16.55 (5.18)
Temps DEM vertical	65.71 (15.67)	60.33 (12.61)
Temps DEM horitzontal	95.43 (26.17)	90.34 (23.87)
Errors DEM	21.86 (16.76)	12.67 (8.21)
Ratio DEM	1.54 (0.46)	1.53 (0.46)
TVPS Discriminació	9 (1.53)	8.5 (4.89)
TVPS Memòria	10.57 (3.95)	9.67 (2.66)
TVPS Relació espacial	13 (3)	12.67 (4.84)
TVPS constància de forma	8.86 (2.27)	7.17 (1.33)
TVPS tancament visual	8.29 (2.56)	9.67 (1.63)

Taula 10: Resultats valors mitjos i DS. Grup experimental i grup control.

Podem observar que el grup experimental té un valor mitjà de St menor en 10" que el grup control. El PPC i PPA mitjà del grup experimental és més llunyà que el PPC i PPA del grup control. La FA mitja és menor en 2 cpm que en el grup experimental. La velocitat lectora mitja del grup experimental és menor que la VL del grup control. La velocitat escrita és similar en ambdós grups. En el DEM trobem un major temps vertical i horitzontal i un major nombre d'errors, en canvi la ratio és similar. En el TVPS els valors mitjos de Scaled Score són semblants entre grups. Les diferències entre grups ens fa sospitar d'una necessitat superior d'entrenament visual en el grup experimental que en el grup control. Dins del grup experimental trobem més dificultats de velocitat lectora i les àrees de funció visual disminuïdes.

6.3 ANÀLISI COMPARATIU ENTRE GRUP EXPERIMENTAL I GRUP CONTROL

Realitzem l'anàlisi comparatiu amb STATA amb la prova no paramètrica de Wilcoxon per a dos mostres no relacionades de forma prèvia al tractament per saber si els dos grups són comparables:

	Valor (p)
Velocitat lectora	0.47

Velocitat escrita (LPM)	0.89
Temps DEM vertical	0.94
Temps DEM horitzontal	0.58
Errors DEM	0.25
Ratio DEM	0.78
TVPS Discriminació	0.47
TVPS Memòria	0.72
TVPS Relació espacial	1
TVPS constància de forma	0.15
TVPS tancament visual	0.28

Taula 11: Resultats pre-entrenament grup experimental i grup control.

Els dos grups son comparables a l'inici de la prova donat que no existeixen diferències estadísticament significatives en les variables analitzades.

6.4 ANÀLISI COMPARARIU GRUP EXPERIMENTAL PRE I POST ENTRENAMENT

Realitzem l'anàlisi comparatiu amb STATA amb la prova no paramètrica de Wilcoxon per a dos mostres relacionades entre els resultats previs i posteriors al treball amb Brain VT en el grup experimental:

	Valor (p)
Velocitat lectora	0.02
Velocitat escrita (LPM)	0.09
Temps DEM vertical	0.26
Temps DEM horitzontal	0.50
Errors DEM	0.10
Ratio DEM	0.61
TVPS Discriminació	0.14
TVPS Memòria	0.67
TVPS Relació espacial	0.49
TVPS constància de forma	0.66
TVPS memòria visual seqüencial	0.03
TVPS figura-fons	0.80
TVPS tancament visual	0.03

Taula 12: Resultats pre i post entrenament grup experimental.

L'anàlisi ens mostra diferències estadísticament significatives en la velocitat lectora, la memòria visual seqüencial i el tancament visual. No hi ha diferències estadísticament significatives en la resta d'àrees avaluades.

6.5 ANÀLISI COMPARATIU ENTRE GRUP EXPERIMENTAL I GRUP CONTROL POST-ENTRENAMENT

Realitzem l'anàlisi comparatiu amb STATA amb la prova no paramètrica de Wilcoxon per a dos mostres no relacionades entre els resultats posteriors al entrenament visual entre el grup experimental i el grup control:

	Valor (p)
Velocitat lectora	0.77
Velocitat escrita (LPM)	0.56
Temps DEM vertical	0.57
Temps DEM horitzontal	0.47
Errors DEM	0.57
Ratio DEM	0.06
TVPS Discriminació	0.61
TVPS Memòria	0.77
TVPS Relació espacial	0.72
TVPS constància de forma	0.52
TVPS tancament visual	0.77

Taula 13: Resultats post-entrenament grup experimental i grup control.

Al final de l'entrenament no existeixen diferències estadísticament significatives en les variables analitzades. Per tant no hi ha millora superior en el grup experimental respecte del grup control. Encara que, el valor p de la ratio del test DEM podríem considerar-ho marginalment significatiu.

7 DISCUSSIÓ

En aquest estudi ens hem proposat dos objectius principals. Per una banda, fer un cribratge visual i perceptual complert a una mostra de 48 escolars i per un altra, determinar l'eficàcia d'un tractament de teràpia visual amb plataforma online Brain VT.

Quant al primer objectiu, podem diferenciar els següents apartats:

Respostes de l'**anamnesi**, d'on podem extreure la següent informació:

Les preguntes 1-6, 8, 9, 14 i 23 estarien relacionades amb fatiga ocular en VP, que podria estar causada sobre tot per error refractiu hipermetròpic i/o dificultat acomodativa com insuficiència de convergència i/o dificultats binoculars. Aquí trobem bastants respostes indicant simptomatologia, exceptuant la pregunta 6 i la 14. La dificultat de concentració (pregunta 6) durant la lectura en aquesta edat podria ser normal ja que en

l'aprenentatge es realitza un gran esforç que consumeix molta energia en l'infant i fàcilment es distreu (pregunta 14) o fatiga.

La pregunta 7 està relacionada amb dificultats amb els moviments oculars i de fixació, on un 25% mostra simptomatologia. Si ho relacionem amb el DEM, les tipologies II i IV son les que mostren afectació dels moviments oculars on trobem un 16% de nens dins aquestes categories.

La pregunta 10 és una pregunta general sobre la lectura. Els nens de 2n de primària de l'escola Rivo Rubeo per la línia de treball de l'escola encara estan aprenent a llegir. Per tant és normal que més del 50% dels alumnes creguin que realitzen una lectura lenta.

La pregunta 11 (crec que giro un ull al llegir), estaria relacionada amb una disfunció o dificultat binocular. On solament un nen ha respòs que creu girar un ull però aquest en les proves realitzades no presenta estrabisme ni fòria descompensada.

En la pregunta 12, dos nens creuen veure millor al tancar un ull. El que respon "sí" presenta una insuficiència de convergència amb un PPC molt allunyat. Per tant, en VP és normal que pugui notar millora al ocloure un ull. En canvi el nen que respon que "a vegades", no presenta cap dificultat visual. Cap dels dos casos està relacionat amb una diferència refractiva entre ambdós ulls.

La pregunta 13 està relacionada amb fatiga ocular (sento tensió als ulls) a qualsevol distància. Tres nens presenten aquest símptoma. Dos d'ells presenten una petita exofòria en VP, que podria causar fatiga ocular en VP si es troba descompensada. A més a un d'ells, li detectem insuficiència de convergència amb un PPC molt allunyat. L'altre no presenta cap dificultat en la visió binocular.

La pregunta 15 està relacionada amb la posturologia (distància massa propera o distanciada al llegir), mostra que el 30% en algun moment realitza tasques a distàncies inadequades. Durant el cribratge visual ens vam fixar en la distància de lectura, distància d'escriptura i realització del *grip* del llapis. En els casos que vam creure pertinent vam informar a les famílies per a realitzar la correcció d'aquest.

Les preguntes 16 a 18 estan relacionades amb els moviments oculars, sobretot els moviments sacàdics imprescindibles per a una lectura eficaç. En la pregunta 16, trobem quatre nens amb simptomatologia. Dos nens presenten dificultats de lecto-escriptura, relacionada amb dificultat dels moviments oculars, amb un DEM de tipologia IV. Un nen amb insuficiència de convergència amb un PPC molt allunyat, i un DEM tipologia I però comet alguna omissió. I un altre nen que respon que “sí” sense dificultats de lectura, i DEM tipologia I, ni cap disfunció visual. Les preguntes 17, coincideixen amb nens que al test DEM cometen molts errors d’omissió.

La pregunta 19 fa referència a la dificultat de còpia de la pissarra, aquest símptoma podria estar relacionat amb una dificultat refractiva, si el nen té dificultat de VLL (miopia) no podrà veure la pissarra o dificultat de VP (hipermetropia) per la qual no veu bé el paper on realitza la còpia. També, pot ser produït per una dificultat de flexibilitat acomodativa, on el nen tindrà problemes en el canvi constant de VLL a VP i/o per una dificultat grafomotora, la coordinació ull-mà no ben establerta causarà lentitud en la tasca. Cinc nens presenten aquest símptoma dels quals, tots presenten dificultat grafomotora. A més, dos d’ells presenten dificultat de flexibilitat acomodativa. I un d’aquest té també un astigmatisme no corregit.

La pregunta 20, amb un 36% de presentació, podria relacionar-se amb refracció no corregida. Entre els nens estudiats no hi ha cap. O si esdevingués un problema visual també es pot relacionar amb dificultats acomodatives o binoculars.

A la pregunta 21, queixa de mal de cap, pot estar relacionada sobre tot amb el sistema acomodatiu i/o la refracció, trobem a 5 nens amb dificultats. Dels quals detectem a tres amb dificultat de flexibilitat acomodativa i els dos altres sense dificultats visuals refractives ni acomodatives ni binoculars.

Finalment, a la pregunta 22 trobem un 22% de nens que presenten fotofòbia. En l’estudi de les pupil·les tots els nens tenen resposta pupil·lar a la llum. I en cap cas trobem una midriasi excessiva.

Resultats de les proves realitzades al cribratge:

Els resultats d'agudes visual (**AV**) i **refracció** en la mostra estudiada són millors que els resultats determinats en diferents revisions, on es mostra una prevalença de la miopia, la hipermetropia i l'astigmatisme del 11,7%, 4,6% i 14,9% (Hashemi et al., 2018), 9,2%, 12,8% i 28,4% (Kleinstei, 2003) i 3,3%, 25% i 19,2% (Harrington et al., 2018), respectivament.

L'avaluació de la binocularitat mitjançant el **CT** tan en visió llunyana com pròxima, els **tres graus de binocularitat**, la **fòria** i l'**estereopsis** es troben dins dels valors de normalitat basant-nos en el criteri de Scheiman & Wick (2008). En la mostra trobem una St mitja de 50", comparada amb resultats d'estudis similars on s'avalua la St amb TNO a un grup de nens de 8.6 anys el valor obtingut és de 46.5" (± 17.9) (Lee & Koo, 2005), el valor mitjà de la mostra analitzada és major, per tant és bo. Dins la mostra el 67% té una St molt bona, en canvi el 33% restant estaria per sota del valor òptim.

Quan al punt pròxim de convergència (**PPC**) el valor de normalitat és de 7-8 cm (Menjivar et al., 2018). Dins la mostra trobem un valor mitjà de 6 cm que estaria dins de la normalitat. Fora d'aquests trobem a un 17% (8 nens) de la mostra, amb un valor màxim de PPC a 25cm.

El punt pròxim d'acomodació (**PPA**) està relacionat amb la amplitud acomodativa (Am). El valor mitjà obtingut és de 7.86 cm que equival a una Am 12.72D. Per a una mostra d'edat mitja de 7.6 anys la Am és menor al valor resultant de la fórmula de Hofstetter (Hofstetter, 1950; Hashemi et al., 2018).

$$Am \text{ mínima} = 15 - (0.25 * 7.6) = 13.1D$$

La flexibilitat acomodativa (**FA**) binocular normal és de 7 cpm i monocular de 12cpm (Jimenez, et al., 2003). Dins la mostra trobem una mitja superior al valor normal. Prenem com a valor de tall 12 cpm binoculars, divuit nens (37.5% de la mostra), no arriben a realitzar 12 cpm binoculars. Set nens dels quals mostren problemes en la FA binocular però no en la FA monocular on realitzen >12cpm. En els 11 (22.9%) restants la dificultat de FA es mostra de forma binocular i monocular, per tant la dificultat és acomodativa.

Quan a la velocitat lectora (**VL**) realitzada amb el test Galí, el valor de normalitat per a nens de 2n de primària en el 2n trimestre és de 59-65 paraules (taula de barems oficial, (Galí, 1984)), el valor mitjà de la mostra és de 49 paraules, que es troba per sota del normal. Aquest valor estaria dins de la normalitat de velocitat lectora del 1r trimestre. Prenent 49 paraules com a normalitat, trobem al 60% dels infants que realitza una lectura més lenta. En l'escola Rivo Rubeo fan aprenentatge "lliure", amb treball per projectes on la prioritat no és aprendre-ho tot, sinó afavorir l'aprenentatge autònom i la recerca. Per tant és una escola de "curs lent" i és normal que la velocitat lectora es trobi una mica per sota dels barems oficials.

Amb referència a la velocitat escrita, valorada en lletres per minut (**LPM**) trobem una mitja de 16.51 LPM. El valor normal per a 1r curs de primària és de 20-25 LPM i de 30 LPM en 2n de primària (Maples, 2003a). Veiem que el valor de la mostra està per sota del valor esperat inclús en nens d'un curs inferior. Tan sols 2 dels infants arriben a realitzar 30 LPM i 9 realitzen una escriptura de >20 LPM. Creiem que hi ha una gran dificultat de coordinació oculomotora, realització del grip i comprensió de la lletra d'impremta per a la transcripció a "grafia en lletra lligada" dins la mostra analitzada.

En el **DEM** trobem que un 67% de la mostra no presenta dificultats oculomotores fines ni de verbalització i un 17% presentaria dificultat de reconeixement i/o expressió. Les tipologies 2 i 3 minoritàries amb el 16% de la mostra evidencia dificultats en la motricitat oculomotora fina i d'aquests un 2% a més presenta dificultat d'expressió o/i reconeixement. Els nens de les categories 2 i 4 són els que poden presentar dificultats en l'aprenentatge de la lecto-escriptura a causa de l'habilitat oculomotora deficient, trigant més a fer l'aprenentatge, realitzant salts de línia o omissions de lectura i tenint dificultats de comprensió.

En el **TVPS** les habilitats de discriminació visual i constància de forma són les àrees que dins la mostra presenten major dificultat. La discriminació visual permet el reconeixement de la grafia i dificultats de discriminació poden dur a confusió de paraules similars. La constància de forma permet reconèixer diferents tipografies. Això, podria estar relacionat amb el problema esmentat anteriorment

en la prova de velocitat escrita de dificultat de còpia per falta de reconeixement de la grafia.

En el cribatge visual ens hem trobat que hi ha un elevat percentatge de nens amb dificultats acomodatives. Això pot afectar a l'aprenentatge (Palomo-Álvarez & Puell, 2008), ja que la majoria de treball a l'escola es realitza en distància propera. La resta d'habilitats d'eficiència visual i percepció visual es troben dins dels paràmetres normals. Tot i això, dins la mostra d'estudi trobem una gran dificultat de velocitat lectora i grafomotora, aquests paràmetres no optomètrics es podrien millorar realitzant un entrenament visual de les àrees relacionades, com els moviment oculars, la percepció visual, i la coordinació ull-mà.

Quant al segon objectiu, basant-nos en la informació bibliogràfica sobre les noves tecnologies que refereixen que aquestes poden ser molt útils tant en el seguiment de la teràpia visual, com en la motivació del pacient i també en la millora de l'accessibilitat. A més, els estudis mostren l'eficàcia dels vídeo jocs en la millora de certes àrees visuals (Achtman et al., 2008; Cohen et al., 2008; Fortenbacher et al., 2018b; Gozli et al., 2014; Green et al., 2006, 2007, 2012; Griffin, 1987; Kertesz, 1982; Li et al., 2011; Somers et al., 1984).

Troblem que els nens que han treballat amb BrainVT han millorat la velocitat lectora, la memòria visual seqüencial i el tancament visual, però no s'han trobat diferències significatives entre ambdós grups. Si s'han trobat diferències marginalment significatives entre grups en el valor del DEM Ratio, això voldrà dir que els nens que han treballat amb BrainVT han millorat la relació entre el temps de lectura vertical del text amb el text de lectura horitzontal, sent possible gràcies al treball dels sacàdics. El lleu seguiment del nostre programa d'entrenament visual ha produït que els resultats de millora no siguin tan esperançadors com podríem esperar. Això pot ser degut al període de treball emprat del mes de Juny al Setembre coincidint amb el període estival, on les famílies han pogut marxar de vacances, no mantenir una rutina horària o tenir dificultat d'accés a d'internet.

No existeixen estudis científics que validin l'eficàcia de BrainVT com a eina d'entrenament visual. Per això, comparem els resultats del TVPS amb resultats externs al nostre estudi (casos cedits per l'optometrista Enric Bach). Encara que només sigui d'una forma testimonial, els casos 1 i 2 (annex 10) demostren que un bon treball amb BrainVT pot aconseguir que els resultats del TVPS millorin considerablement.

En el CAS 1 podem veure com a l'inici totes les habilitats valorades excepte la de reconeixement figura-fons es troben per sota dels valors normals per a la seva edat. I posteriorment amb l'entrenament s'aconsegueix que els valors entrin dins l'àrea de normalitat.

En el CAS 2, en el primer test trobem totes les àrees dins de valors normals però baixos, excepte la constància de forma que es troba per sota dels valors normals. En la segona revisió, als 5 mesos, el TVPS ha canviat per complet tenint àrees molt millor i altres àrees pitjor. Es veu una gràfica resultant molt desigual amb pics de pujada i baixada. Aquest tipus de gràfica no és el que volem aconseguir, ja que això pot produir dificultats d'aprenentatge. Finalment, a l'última revisió la nena aconsegueix molt bons resultats a totes les àrees.

En ambdós casos, en la segona revisió les gràfiques resulten molt desiguals entre les diferents àrees, arribant a empitjorar àrees respecte la primera revisió. Comparant la 1ª i la 2ª revisió amb els casos del nostre estudi (annex 11), podem dir que clínicament s'observa una millora en les àrees de figura-fons (6 dels nens milloren) i tancament visual (6 dels nens milloren).

Tot i que la mostra és molt reduïda i els resultats de les proves optomètriques no són del tot bons, els nens refereixen que els hi ha agradat el programa, que era entretingut i les proves eren "chules". Per tant, podem fer una valoració positiva dels nens front a la plataforma coincidint, amb benefici de motivació de la gamificació de l'entrenament (Achtman et al., 2008; Cooper & Feldman, 2009; Kebritchi et al., 2010). Encara que els resultats estadístics no mostrin una millora significativa en la majoria d'àrees avaluades.

Creiem que en un estudi posterior amb un grup mostra més gran, on es pugui realitzar un seguiment de l'entrenament a consulta i una implicació de treball major, es podrien obtenir resultats satisfactoris front al treball amb BrainVT.

8 CONCLUSIONS

1. Els nens de la mostra, refereixen en l'anamnesi un elevat percentatge de simptomatologia (>11%) relacionada amb dificultat de lectura, tant de fatiga, lectura lenta i/o lectura incorrecta.
2. Del cribatge visual podem extreure:
 - a. No hi ha dèficits refractius que impedeixin un correcte aprenentatge.
 - b. Els nens avaluats mostren en general alta incidència de dificultats acomodatives de tipus insuficiència acomodativa (20.8%) i inflexibilitat acomodativa (22.9%).
 - c. No s'observen grans dificultats de binocularitat.
 - d. Un 16% de la mostra presenta dificultat de motilitat ocular, avaluada amb el test DEM, indispensable per a una lectura eficient.
 - e. Els problemes de percepció visual més prevalents són la dificultat de discriminació visual, la constància de forma i la memòria visual seqüencial (>15% mostra valors fora norma).
3. Les habilitats acadèmiques de la mostra es troben fora dels valors normals esperats per curs escolar. Un 62.5% de la mostra realitza una lectura inferior a 49 paraules per minut. Y un 77% realitza una escriptura inferior a 20 lletres per minut.
4. Hem pogut crear un pla de treball amb la plataforma BrainVT, adequat a les habilitats visuals de major demanda en la lecto-escriptura. Y fer seguiment de l'entrenament visual dels nens de forma individualitzada.
5. Els nens que han treballat amb Brain VT han millorat la velocitat lectora i les àrees de percepció visual de memòria visual seqüencial i el tancament visual, però no s'han trobat diferències significatives entre grup experimental i grup control.
6. Tot i que no s'han evidenciat millores a nivell estadístic, valorem com molt positiva la utilització de plataformes com el Brain VT per a complementar els programes d'entrenament visual per resoldre els problemes d'aprenentatge.

9 COMPROMÍS ÈTIC I SOCIAL

Seguint els principis ètics de la Declaració de Helsinki, redactada pel Consell d'Organitzacions Internacionals de les Ciències Mèdiques (1993), s'han demanat els corresponents consentiments informats per escrit a les famílies dels alumnes avaluats de l'escola Rivo Rubeo de Rubí.

Totes les dades de caràcter personal seran eliminades de manera que s'eviti la identificació de l'interessat un cop assolida la finalitat en la qual es van recollir i/o registrar.

Cap de les dades recollides al llarg dels cribratges serà distribuïda per mitjans fraudulents, de lleials o il·lícits.

Com a responsable del fitxer, adopto totes les mesures necessàries i organitzatives per preservar la seguretat de les dades de caràcter personal i evitaré la seva alteració, pèrdua o accés no autoritzat.

Com a responsable del fitxer estic obligat al secret professional, respecte i deure de guardar les dades de caràcter personal que m'han sigut proporcionades.

10 BIBLIOGRAFIA

- Achtman, R. L., Green, C. S., & Bavelier, D. (2008). Video games as a tool to train visual skills. *Restorative Neurology and Neuroscience*, 26(4–5), 435–46. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18997318>
- Andrew N. Meltzoff, & Wolfgang Prinz. (2002). *The Imitative Mind: Development, Evolution and Brain Bases*.
- Argilés, M. (2015). La Figura Universal. Retrieved May 12, 2019, from <http://www.acotv.org/es/blog/7-la-figura-universal-2>
- Argilés Sans, M., & Quevedo Junyent, L. (2019). Videojuegos de acción como herramienta para mejorar habilidades visuales. *Gaceta de Optometría*, 544, 52–55.
- Bach, E. (2019). Brain VT. Granada: SIODEC.
- Barsalou, L. W. (1999). Perceptual symbol systems. *The Behavioral and Brain Sciences*, 22(4), 577–609; discussion 610–60. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11301525>
- Becker, K. (2007). Digital game-based learning once removed: Teaching teachers. *British Journal of Educational Technology*, 38(3), 478–488.

<https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2007.00711.x>

- Berrojo Domínguez, I., Escolar de la Torre, M. C., Gómez Barranco, E., & Ronda García, F. (2002). *TERAPIA VISUAL EN LA ESCUELA*. COI.
- Birch, E. E., & Kelly, K. R. (2017). Amblyopia and slow reading. *Journal of American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus*, 21(6), 442–444. <https://doi.org/10.1016/j.jaapos.2017.06.013>
- Birch, J. (2001). *Diagnosis of defective colour vision*. Boston: Butterworth-Heinemann.
- Birnbaum, M. (1993). *Optometric Management of Near Point Vision Disorders*. Boston: Butterworth-Heinemann.
- Canals, R. (1988). *Proves psicopedagògiques d'aprenentatges instrumentals*. (Onda).
- Carr, D., & Bossomaier, T. (2011). *Relativity in a rock field: A study of physics learning with a computer game*. *Australasian Journal of Educational Technology* (Vol. 27).
- Chang, F.-C., Chiu, C.-H., Chen, P.-H., Miao, N.-F., Chiang, J.-T., & Chuang, H.-Y. (2018). Computer/Mobile Device Screen Time of Children and Their Eye Care Behavior: The Roles of Risk Perception and Parenting. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 21(3), 179–186. <https://doi.org/10.1089/cyber.2017.0324>
- Chisholm, J. D., Hickey, C., Theeuwes, J., & Kingstone, A. (2010). Reduced attentional capture in action video game players. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 72(3), 667–671. <https://doi.org/10.3758/APP.72.3.667>
- Ciuffreda, K. J., Yadav, N. K., Thiagarajan, P., & Ludlam, D. P. (2017). brain sciences A Novel Computer Oculomotor Rehabilitation (COR) Program for Mild Traumatic Brain Injury (mTBI). *Brain Science*, 7(99). <https://doi.org/10.3390/brainsci7080099>
- Codina, M., Villena, R., Lladó, N., & Blasco, T. (2017). Eficacia de un programa de terapia visual aplicado en la escuela sobre las disfunciones visuales y el rendimiento lector en alumnos de ciclo superior de primaria. *Gaceta Optica*, 531(Diciembre).
- Cohen, J. E., Green, C. S., & Bavelier, D. (2008). Training visual attention with video games: Not all games are created equal. *Computer Games Amb Team and Individual Learning*.
- Coller, B. D., & Scott, M. J. (2009). Effectiveness of using a video game to teach a course in mechanical engineering. *Computers & Education*, 53(3), 900–912. <https://doi.org/10.1016/J.COMPEDU.2009.05.012>
- Cooper, J. (2007). Computerized Vision Therapy for Home and Office Treatment of Accommodative & Vergence Disorders, & Amblyopia. *Journal of Behavioral Optometry*, 18(4), 88–93.
- Cooper, J., & Feldman, J. (1980). Operant conditioning of fusional convergence ranges using random dot stereograms. *American Journal of Optometry and Physiological Optics*, 57(4), 205–13. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7386581>

- Cooper, J., & Feldman, J. (2009). Reduction of symptoms in binocular anomalies using computerized home therapy d HTS TM. *Optometry*, 80(9), 481–486. <https://doi.org/10.1016/j.optm.2009.05.007>
- Cooper, J., Feldman, J., Selenow, A., Fair, R., Buccerio, F., MacDonald, D., & Levy, M. (1987). Reduction of Asthenopia after Accommodative Facility Training. *American Journal of Optometry and Physiological*, 64(6), 430–436. <https://doi.org/0093-7002/87/6406-0430802.00/0>
- Cooper, J., & Jamal, N. (2012). Convergence insufficiency--a major review. *Optometry*.
- Cooper, J., Selenow, A., Ciuffreda, K. J., Feldman, J., Faverty, J., Hokoda, S. C., & Silver, J. (1983). Reduction of asthenopia in patients with convergence insufficiency after fusional vergence training. *American Journal of Optometry and Physiological Optics*, 60(12), 982–9. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6660282>
- Daum, K. M., Rutstein, R. P., & Eskridge, J. B. (1987). Efficacy of computerized vergence therapy. *American Journal of Optometry and Physiological Optics*, 64(2), 83–9. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3826293>
- Delperro, W. T., O'Neill, H., Casson, E., & Hovis, J. (2005). Aviation-relevant epidemiology of color vision deficiency. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 76(2), 127–33. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15742829>
- Deveau, J., Lovcik, G., & Seitz, A. R. (2014). Broad-based visual benefits from training with an integrated perceptual-learning video game. *Vision Research*, 99, 134–140. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2013.12.015>
- Dodick, D., Starling, A. J., Wethe, J., Pang, Y., Messner, L. V., Smith, C., ... Leong, D. (2017). The Effect of In-School Saccadic Training on Reading Fluency and Comprehension in First and Second Grade Students. *Journal of Child Neurology*, 32(1), 104–111. <https://doi.org/10.1177/0883073816668704>
- Donohue, S. E., Woldorff, M. G., & Mitroff, S. R. (2010). Video game players show more precise multisensory temporal processing abilities. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 72(4), 1120–1129. <https://doi.org/10.3758/APP.72.4.1120>
- Doyle, M. P., App, D., & Optom, S. (2016). Vision Therapy In The Modern Behavioural Optometry Practice : The History of Vision Therapy and Contemporary Approaches to Case Selection , Case Management , and the Delivery of Treatment. *Optometry & Visual Performance*, 4(1), 15–22.
- Duggan, maeve. (2015). Gaming and Gamers. Retrieved from <https://www.pewinternet.org/2015/12/15/gaming-and-gamers/>
- Eastgate, R. M., Griffiths, G. D., Waddingham, P. E., Moody, A. D., Butler, T. K. H., Cobb, S. V,... Brown, S. M. (2006). Modified virtual reality technology for treatment of amblyopia. *Eye*, 20(3), 370–374. <https://doi.org/10.1038/sj.eye.6701882>
- Facchin, A., & Maffioletti, S. (2018). The Reliability of the DEM Test in the Clinical

- Environment. *Frontiers in Psychology*, 9. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.01279>
- Feldman, J. M., Cooper, J., Carniglia, P., Schiff, F. M., & Skeete, J. N. (1989). Comparison of fusional ranges measured by Risley prisms, vectograms, and computer orthopter. *Optometry and Vision Science: Official Publication of the American Academy of Optometry*, 66(6), 375–82. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2771323>
- Ferguson, C. J. (2011). The influence of television and video game use on attention and school problems: A multivariate analysis with other risk factors controlled. *Journal of Psychiatric Research*, 45(6), 808–813. <https://doi.org/10.1016/J.JPSYCHIRES.2010.11.010>
- Figuerola Díaz, A. M. (2014). *Propuesta de guías de actuación optométrica en función de la edad del paciente*. FOOT.
- Fischer, B., & Hartnegg, K. (2009). Instability of Fixation in Dyslexia: Development - Deficits - Training. *Optometry & Vision Development*, 40,4.
- Flaxman, S. R., Bourne, R. R. A., Resnikoff, S., Ackland, P., Braithwaite, T., Cicinelli, M. V, ... Zheng, Y. (2017). Global causes of blindness and distance vision impairment 1990–2020: a systematic review and meta-analysis. *The Lancet Global Health*, 5(12), e1221–e1234. [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(17\)30393-5](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(17)30393-5)
- Fortenbacher, D. L., Bartolini, A., Dornbos, B., & Tran, T. (2018a). Vision Therapy and Virtual Reality Applications. *Advances in Ophthalmology and Optometry*, 3(1), 39–59. <https://doi.org/10.1016/j.yaoo.2018.04.002>
- Fortenbacher, D. L., Bartolini, A., Dornbos, B., & Tran, T. (2018b). Vision Therapy and Virtual Reality Applications. *Advances in Ophthalmology and Optometry*, 3(1), 39–59. <https://doi.org/10.1016/j.yaoo.2018.04.002>
- Foss, A. J., Gregson, R. M., MacKeith, D., Herbison, N., Ash, I. M., Cobb, S. V, ... I-BiT Steering group. (2013). Evaluation and development of a novel binocular treatment (I-BiT™) system using video clips and interactive games to improve vision in children with amblyopia ('lazy eye'): study protocol for a randomised controlled trial. *Trials*, 14, 145. <https://doi.org/10.1186/1745-6215-14-145>
- Fransoy, M., Montse, B., & Serra, A. (2013). *Visión y aprendizaje (I) Optometría neurocognitiva en la etapa escolar* (COOOC). Retrieved from http://www.coooc.cat/fotos/separata_4_2013_cast.pdf
- Fujii, M., Maesawa, S., Ishiai, S., Iwami, K., Futamura, M., & Saito, K. (2016). Neural Basis of Language: An Overview of An Evolving Model. *Neurologia Medico-Chirurgica*, 56(7), 379–86. <https://doi.org/10.2176/nmc.ra.2016-0014>
- Galí, A. (1984). *La mesura objectiva del treball escolar*. Vic: Eumo. Retrieved from <http://merli.xtec.cat/merli/cerca/fitxaRecurs.jsp?idRecurs=/114650&sheetId=null&nomUsuari=null&inxtec=0>

- Garzia, R. P., Richman, J. E., Nicholson, S. B., & Gaines, C. S. (1990). A new visual-verbal saccade test: the development eye movement test (DEM). *Journal of the American Optometric Association*, 61(2), 124–35. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2313029>
- Glenberg, A. M. (2011). *How reading comprehension is embodied and why that matters. International Electronic Journal of Elementary Education* (Vol. 4).
- Glenberg, A. M., & Robertson, D. A. (2000). Symbol Grounding and Meaning: A Comparison of High-Dimensional and Embodied Theories of Meaning. *Journal of Memory and Language*, 43(3), 379–401. <https://doi.org/10.1006/JMLA.2000.2714>
- Goh, P., Abqariyah, Y., Pokharel, G., & Ellwein, L. (2005). Refractive Error and Visual Impairment in School-Age Children in Gombak District, Malaysia. *Ophthalmology*, 112(4), 678–685. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2004.10.048>
- Goldstand, S., Koslowe, K. C., & Parush, S. (2005). Vision, Visual-Information Processing, and Academic Performance Among Seventh-Grade Schoolchildren : A More Significant Relationship Than We Thought? *American Journal of Occupational Therapy*, 59(4), 377–389.
- González, R., & Hornauer-Hughes, A. (2014). *Cerebro y lenguaje. Rev Hosp Clín Univ Chile* (Vol. 25).
- Gozli, D. G., Bavelier, D., & Pratt, J. (2014). The effect of action video game playing on sensorimotor learning : Evidence from a movement tracking task. *Human Movement Science*, 38, 152–162. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2014.09.004>
- Green, C., & Bavelier, D. (2006). Enumeration versus multiple object tracking: the case of action video game players. *Cognition*, 101(1), 217–245. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2005.10.004>
- Green, C. S., & Bavelier, D. (2007). Action-video-game experience alters the spatial resolution of vision. *Psychological Science*, 18(1), 88–94. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2007.01853.x>
- Green, C. S., & Bavelier, D. (2012). Learning , Attentional Control , and Action Video Games. *Current Biology*, 22(6), R197–R206. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2012.02.012>
- Griffin, J. R. (1976). *Binocular Anomalies: Procedures for Vision Therapy*. Chicago: Professional Press.
- Griffin, J. R. (1987). Efficacy of vision therapy for nonstrabismic vergence anomalies. *American Journal of Optometry and Physiological Optics*, 64(6), 411–4. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3307437>
- Griffith, J. L., Voloschin, P., Gibb, G. D., & Bailey, J. R. (1983). Differences in Eye-Hand Motor Coordination of Video-Game Users and Non-Users. *Perceptual and Motor Skills*, 57(1), 155–158. <https://doi.org/10.2466/pms.1983.57.1.155>

- Harrington, S. C., Stack, J., Saunders, K., & O'Dwyer, V. (2018). Refractive error and visual impairment in Ireland schoolchildren. *The British Journal of Ophthalmology*, *bjophthalmol-2018-312573*. <https://doi.org/10.1136/bjophthalmol-2018-312573>
- Hart, W. M. (1987). Acquired dyschromatopsias. *Survey of Ophthalmology*, *32*(1), 10–31. [https://doi.org/10.1016/0039-6257\(87\)90070-1](https://doi.org/10.1016/0039-6257(87)90070-1)
- Hashemi, H., Fotouhi, A., Yekta, A., Pakzad, R., Ostadimoghaddam, H., & Khabazkhoob, M. (2018). Global and regional estimates of prevalence of refractive errors: Systematic review and meta-analysis. *Journal of Current Ophthalmology*, *30*(1), 3–22. <https://doi.org/10.1016/J.JOCO.2017.08.009>
- Hashemi, H., Nabovati, P., Khabazkhoob, M., Yekta, A., Emamian, M. H., & Fotouhi, A. (2018). Does Hofstetter's equation predict the real amplitude of accommodation in children? *Clinical and Experimental Optometry*, *101*(1), 123–128. <https://doi.org/10.1111/cxo.12550>
- Herbison, N., Cobb, S., Gregson, R., Ash, I., Eastgate, R., Purdy, J., ... I-BiT study group, the I.-B. study. (2013). Interactive binocular treatment (I-BiT) for amblyopia: results of a pilot study of 3D shutter glasses system. *Eye (London, England)*, *27*(9), 1077–83. <https://doi.org/10.1038/eye.2013.113>
- Hofstetter, H. W. (1950). Orthoptics Specification by a Graphical Method. *Clinical and Experimental Optometry*, *33*(1), 29–32. <https://doi.org/10.1111/j.1444-0938.1950.tb04700.x>
- Houwen, S., Visscher, C., Lemmink, K., & Hartman, E. (2009). Motor Skill Performance of Children and Adolescents With Visual Impairments: A Review. *Exceptional Children*, *75*(4), 464–492. <https://doi.org/10.1177/001440290907500405>
- Jeremy C. Stein. (1988). Takeover Threats and Managerial Myopia. *Journal of Political Economy*, *96*(1), 61–80. <https://doi.org/10.1086/261524>
- Jiménez, J. E., Guzmán, R., Rodríguez, C., & Artiles, C. (2009). *Prevalencia de las dificultades específicas de aprendizaje: La dislexia en español Title: Prevalence of specific learning disabilities: The case of dyslexia in Spain* (Vol. 25).
- Jimenez, R., Gonzalez, M. D., Perez, M. A., & Garcia, J. A. (2003). Evolution of accommodative function and development of ocular movements in children. *Ophthalmic and Physiological Optics*, *23*(2), 97–107. <https://doi.org/10.1046/j.1475-1313.2003.00093.x>
- Karande, S., Sholapurwala, R., & Kulkarni, M. (2011). Managing specific learning disability in schools in India. *Indian Pediatrics*, *48*(7), 515–520. <https://doi.org/10.1007/s13312-011-0090-1>
- Kebritchi, M., Hirumi, A., & Bai, H. (2010). The effects of modern mathematics computer games on mathematics achievement and class motivation. *Computers & Education*, *55*(2), 427–443. <https://doi.org/10.1016/J.COMPEDU.2010.02.007>
- Kertesz, A. E. (1982). The effectiveness of wide-angle fusional stimulation in the

- treatment of convergence insufficiency. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 22(5), 690–3. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7076413>
- Kleinstei, R. N. (2003). Refractive Error and Ethnicity in Children. *Archives of Ophthalmology*, 121(8), 1141. <https://doi.org/10.1001/archophth.121.8.1141>
- Krasich, K., Ramger, B., Holton, L., Wang, L., Mitroff, S. R., & Gregory Appelbaum, L. (2016). Sensorimotor Learning in a Computerized Athletic Training Battery. *Journal of Motor Behavior*, 48(5), 401–412. <https://doi.org/10.1080/00222895.2015.1113918>
- Kulp, M. T., Edwards, K. E., & Mitchell, G. L. (2002). Is visual memory predictive of below-average academic achievement in second through fourth graders? *Optometry and Vision Science : Official Publication of the American Academy of Optometry*, 79(7), 431–4. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12137397>
- Kweldju, S. (2015). *Neurobiology Research Findings: How the Brain Works During Reading*. Retrieved from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1088308.pdf>
- Lee, S.-Y., & Koo, N.-K. (2005). *Change of Stereoacuity with Aging in Normal Eyes*. *Korean Journal of Ophthalmology* (Vol. 19). Retrieved from <https://pc.ekjo.org/Synapse/Data/PDFData/0065KJO/kjo-19-136.pdf>
- Leong, D. F., Master, C. L., Messner, L. V., Pang, Y., Smith, C., & Starling, A. J. (2014). The Effect of Saccadic Training on Early Reading Fluency. *Clinical Pediatrics*, 53(9), 858–864. <https://doi.org/10.1177/0009922814532520>
- Li, R., Polat, U., Makous, W., & Bavelier, D. (2009). Enhancing the contrast sensitivity function through action video game training. *Nature Neuroscience*, 12(5), 549. <https://doi.org/10.1038/NN.2296>
- Li, R. W., Ngo, C., Nguyen, J., & Levi, D. M. (2011). Video-Game Play Induces Plasticity in the Visual System of Adults with Amblyopia. *PLOS Biology*, 9(8). <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1001135>
- Liu, C.-C., Cheng, Y.-B., & Huang, C.-W. (2011). The effect of simulation games on the learning of computational problem solving. *Computers & Education*, 57(3), 1907–1918. <https://doi.org/10.1016/J.COMPEDU.2011.04.002>
- Maples, W. C. (2003a). *The Wold Sentence Copy Test Academic Performance*.
- Maples, W. C. (2003b). Visual factors that significantly impact academic performance. *Optometry (St. Louis, Mo.)*, 74(1), 35–49. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12539891>
- Mares, G., Galicia, I. X., Bernal, J., Rodríguez, M., Sánchez, A., Pavón, S., & Rivas, O. (2006). Características de los programas de enseñanza y su incidencia en los cambios en el electroencefalograma. *Psicología y Ciencia Social*, 8(1).
- Martin, N. A. (2006). *TVPS-3 (Third Edit)*. Academic Therapy Publications (Navato).

- Mejuto, M. (2013). *PRUEBA GRAFOMOTORA DE WOLD*. FOOT.
- Menjivar, A. M., Kulp, M. T., Mitchell, G. L., Toole, A. J., & Reuter, K. (2018). Screening for convergence insufficiency in school-age children. *Clinical and Experimental Optometry*, 101(4), 578–584. <https://doi.org/10.1111/cxo.12661>
- Milani, L., La Torre, G., Fiore, M., Grumi, S., Gentile, D. A., Ferrante, M., ... Di Blasio, P. (2018). Internet Gaming Addiction in Adolescence: Risk Factors and Maladjustment Correlates. *International Journal of Mental Health and Addiction*, 16(4), 888–904. <https://doi.org/10.1007/s11469-017-9750-2>
- Morchón Miranda, L. (2011). *Eficacia de un programa de intervención con terapia visual en la escuela*. UPC.
- NZHTA, New Zealand Health Technology Assessment. Colour vision screening. 1998, 7. Retrieved from <http://nzhta.chmeds.ac.nz/>
- OECD. (2015). *Students , Computers and Learning*. (PISA, Ed.). <https://doi.org/10.1787/9789264239555-en>
- Packwood, E. A., Cruz, O. A., Rychwalski, P. J., & Keech, R. V. (1999). The psychosocial effects of amblyopia study. *Journal of AAPOS : The Official Publication of the American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus*, 3(1), 15–7. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10071896>
- Palomo-Álvarez, C., & Puell, M. C. (2008). Accommodative function in school children with reading difficulties. *Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*, 246(12), 1769–1774. <https://doi.org/10.1007/s00417-008-0921-5>
- Plou Campo, P. (2007). *Bases fisiológicas del entrenamiento visual* (Vol. 2007).
- Pokharel, G. P., Negrel, A. D., Munoz, S. R., & Ellwein, L. B. (2000). Refractive Error Study in Children: results from Mechi Zone, Nepal. *American Journal of Ophthalmology*, 129(4), 436–44. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10764850>
- Powers, M., Grisham, D., & Riles, P. (2008). Saccadic tracking skills of poor readers in high school. *Optometry - Journal of the American Optometric Association*, 79(5), 228–234. <https://doi.org/10.1016/j.optm.2007.07.014>
- Press, L. J. (1997). *Applied Concepts in Vision Therapy*. St. Louis: Mosby, Inc.
- Rideout, V. J., Foehr, U. G., & Roberts, D. F. (2010). Generation M²: Media in the Lives of 8- to 18-Year-Olds. *Henry J. Kaiser Family Foundation*.
- Roper-Hall, G. (2007). Louis Émile Javal (1839–1907): The Father of Orthoptics. *American Orthoptic Journal*, 57(1), 131–136. <https://doi.org/10.3368/aoj.57.1.131>
- Rosner, J., & Rosner, J. (1997). The relationship between moderate hyperopia and academic achievement: how much plus is enough? *Journal of the American Optometric Association*, 68(10), 648–50. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9354056>

- Rouse, M., Borsting, E., Mitchell, G., Kulp, M., Scheiman, M., Amster, D., ... Gallaway, M. (2009). Academic behaviors in children with convergence insufficiency with and without parent-reported ADHD. *Optometry and Vision Science*, 86(10), 1169–1177. <https://doi.org/10.1097/OPX.0b013e3181baad13>. Academic
- Roux, F.-E., Durand, J.-B., Réhault, E., Planton, S., Draper, L., & Démonet, J.-F. (2014). The neural basis for writing from dictation in the temporoparietal cortex. *Cortex*, 50, 64–75. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2013.09.012>
- Sapkota, Y. D., Adhikari, B. N., Pokharel, G. P., Poudyal, B. K., & Ellwein, L. B. (2008). The prevalence of visual impairment in school children of upper-middle socioeconomic status in Kathmandu. *Ophthalmic Epidemiology*, 15(1), 17–23. <https://doi.org/10.1080/09286580701772011>
- Scheiman, M., Cooper, J., Mitchell, G. L., Land, P., Cotter, S., Borsting, E., ... Rouse, M. (2002). A Survey of Treatment Modalities for Convergence Insufficiency. *Optometry and Vision Science*, 79(3), 151–157. <https://doi.org/1040-5488/02/7903-0151/0>
- Scheiman, M., & Wick, B. (2008). *Clinical management of binocular vision : heterophoric, accommodative, and eye movement disorders*. Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins. Retrieved from https://books.google.es/books/about/Clinical_Management_of_Binocular_Vision.html?id=jGGROHBFYt8C
- Sharma, A., Congdon, N., Patel, M., & Gilbert, C. (2012). School-based Approaches to the Correction of Refractive Error in Children. *Survey of Ophthalmology*, 57(3), 272–283. <https://doi.org/10.1016/j.survophthal.2011.11.002>
- Shaywitz, S. E., & Shaywitz, B. A. (2003). Dyslexia (specific reading disability). *Pediatrics in Review*, 24(5), 147–53. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12728187>
- Simunovic, M. P. (2010). Colour vision deficiency. *Eye*, 24(5), 747–755. <https://doi.org/10.1038/eye.2009.251>
- Somers, W. W., Happel, A. W., & Phillips, J. D. (1984). Use of a personal microcomputer for orthoptic therapy. *Journal of the American Optometric Association*, 55(4), 262–7. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6547155>
- Stifter, E., Burggasser, G., Hirrmann, E., Thaler, A., & Radner, W. (2005). Monocular and binocular reading performance in children with microstrabismic amblyopia. *British Journal of Ophthalmology*, 89, 1324–1329. <https://doi.org/10.1136/bjo.2005.066688>
- Taylor Kulp, M. (1999). Relationship between visual motor integration skill and academic performance in kindergarten through third grade. *Optometry and Vision Science : Official Publication of the American Academy of Optometry*, 76(3), 159–63. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10213445>
- Triberti, S., Milani, L., Villani, D., Grumi, S., Peracchia, S., Curcio, G., & Riva, G. (2018).

- What matters is when you play: Investigating the relationship between online video games addiction and time spent playing over specific day phases. *Addictive Behaviors Reports*, 8, 185–188. <https://doi.org/10.1016/J.ABREP.2018.06.003>
- Van de Weijer-Bergsma, E., Kroesbergen, E. H., Prast, E. J., & Van Luit, J. E. H. (2015). Validity and reliability of an online visual–spatial working memory task for self-reliant administration in school-aged children. *Behavior Research Methods*, 47(3), 708–719. <https://doi.org/10.3758/s13428-014-0469-8>
- Waddingham, P. E., Butler, T. K. H., Cobb, S. V, Moody, A. D. R., Comaish, I. F., Haworth, S. M., ... Griffiths, G. D. (2006). Preliminary results from the use of the novel Interactive Binocular Treatment (I-BiT™) system, in the treatment of strabismic and anisometropic amblyopia. *Eye*, 20(3), 375–378. <https://doi.org/10.1038/sj.eye.6701883>
- Waddington, J., Linehan, C., Gerling, K., Williams, C., Robson, L., Ellis, R., & Hodgson, T. (2018). Evaluation of eyelander, a video game designed to engage children and young people with homonymous visual field loss in compensatory training. *Journal of Visual Impairment and Blindness*, 112(6), 717–730. <https://doi.org/10.1177/0145482X1811200607>
- Wilson, K. A., Bedwell, W. L., Lazzara, E. H., Salas, E., Burke, C. S., Estock, J. L., ... Conkey, C. (2009). Relationships Between Game Attributes and Learning Outcomes. *Simulation & Gaming*, 40(2), 217–266. <https://doi.org/10.1177/1046878108321866>
- Wuang, Y. P., Chiu, Y. H., Chen, Y. J., Chen, C. P., Wang, C. C., Huang, C. L., ... Ho, W. H. (2018). Game-Based Auxiliary Training System for improving visual perceptual dysfunction in children with developmental disabilities: A proposed design and evaluation. *Computers and Education*, 124(May), 27–36. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.05.008>

11 ANNEXES

Annex 1: Carta informativa Cribatge.



Terrassa, Febrer de 2018

Benvolgudes famílies,

La Facultat d'Òptica i Optometria de la UPC està duent a terme un estudi per detectar problemes d'eficàcia i del processament de la informació visual que poden incidir en l'aprenentatge escolar.

Aquesta entitat ha demanat la nostra col·laboració per estudiar un grup d'alumnes, ja que la majoria d'informació que reben els nens i nenes a l'escola és través el sistema visual, i, donat que els problemes d'eficàcia visual son un important problema de salut que afecta al rendiment escolar ens ha semblat prou interessant la proposta.

Els controls visuals es realitzaran en les instal·lacions de l'escola en els dies i hores indicats, i aniran acompanyats d'una xerrada de visió i aprenentatge i d'un informe complet per les famílies.

Esperant que en traieu profit, us donem les gràcies per a la vostra col·laboració.

Atentament,

Director Pedagògic

Annex 2: Consentiment informat.



Terrassa, Febrer 2018

Carta de consentiment

Jo,..... com a pare/mare
o tutor de, amb DNI
....., dono el meu consentiment per a que es faci un control
visual al meu fill/filla

Aquests controls visuals formen part d'un projecte que té per objectiu la prevenció dels problemes d'eficàcia visual a les aules. En tot cas, segons el que estableix la Llei Orgànica de Protecció de Dades de Caràcter Personal, l'informem que el tractament de les dades personals del seu fill/filla per la Facultat d'Òptica i Optometria serà específicament amb finalitat **sanitària i docent**.

Signatura de consentiment

Annex 3: Qüestionari de signes, símptomes i refracció parental.

Nom i cognoms.....

Data de naixement..... Edat..... Curs.....

Portes ulleres o lents de contacte?..... Quan fa?.....

T'has fet algun examen visual?..... Quan et vas fer la última revisió de la vista?.....

Has tingut alguna malaltia important o tens alguna al·lèrgia a destacar?.....

Prens algun tipus de medicament? Quin?.....

SÍMPTOMES (Marcar amb una X el requadre corresponent)	SI	A vegades	NO
1. Em canso quan porto una estona mirant de prop			
2. Em fa mal el cap quan porto una estona llegint			
3. Veig borros quan intento llegir			
4. Quan llegeixo, veig doble			
5. Quan llegeixo, em ploreu els ulls			
6. Quan llegeixo em costa concentrar-me			
7. Quan llegeixo, noto que es mouen les lletres, les paraules o les línees			
8. Quan llegeixo, m'agafa son			
9. Quan porto una estona llegint, em costa més entendre el que llegeixo			
10. Llegeixo massa lentament			
11. Crec que giro un ull al llegir			
12. Tanco un ull per veure millor			
13. Sento tensió als ulls quan estic mirant alguna cosa una estona			
14. Quan llegeixo una estona, em distrec amb facilitat			
15. M'acosto o allunyo molt per llegir			
16. Tinc de moure el cap per poder llegir			
17. Em perdo quan estic llegint			
18. Quan llegeixo, em salto algunes paraules o línees			
19. Em resulta difícil copiar de la pissarra			
20. Freqüentment em fa mal el cap			
21. Tinc dificultat per mirar de la pissarra a la llibreta i al revés			
22. Em molesta molt la llum			
23. Sento que em cremen els ulls al llegir			

Annex 4: Carta explicativa de les habilitats visuals.



Terrassa, Maig 2017

Benvolguts pares,

En l'exploració optomètrica que hem fet al seu fill/a, hem valorat les habilitats i la funcionalitat del sistema visual per fer front a les tasques acadèmiques que corresponen al seu nivell. Aquí els presentem una breu explicació de cadascuna de les àrees avaluades, perquè puguin interpretar l'informe optomètric que adjuntem:

1. Agudesia Visual: Fa referència al valor quantitatiu de la visió, és a dir, la capacitat de distingir detalls petits a una determinada distància. La mesura es fa monocularment per saber si els dos ulls hi veuen de manera suficient i semblant, perquè només així podran funcionar coordinadament. Especifiquem el valor de la visió en percentatge. La màxima agudesia visual és del 100%

2. Refracció ocular: Ens referim a la situació en que l'ull, degut al dèficit de visió, necessita un sistema compensador, com són les ulleres, o les lents de contacte. En aquest apartat hem especificat quin tipus de refracció ocular presenta el nen/a: Miopia, Hipermetropia, Astigmatisme, i si aquest és de tipus miòpic o hipermetròpic. Les condicions refractives de miopia seran compensades amb lents de potència negativa, i les condicions hipermetròpiques se compensaran amb lents positives.

3. Motilitat Ocular: En aquest apartat es valora l'habilitat del nen per a moure els ulls de forma ràpida, precisa i eficaç. Les habilitats de motilitat ocular són

especialment importants en els processos de lectura en els quals, els ulls del lector van saltant d'un grup de paraules a un altre i d'una línia a la següent, i cal que ho facin de forma precisa, ràpida i eficaç. Quan el salt de la mirada d'una paraula a l'altra no és suficient, diem que el moviment és hipomètric. Quan, a l'inrevés, els ulls salten més enllà de la síl·laba que han de llegir, diem que el moviment és hipermètric. En els dos casos es perd eficàcia, doncs s'ha de fer un moviment de correcció per arribar a la part del text que pretenem llegir.

4. Acomodació: Fa referència a la capacitat de fer canvis d'enfocament, per veure-hi a diferents distàncies. Aquesta habilitat en els nens està plenament desenvolupada, doncs el sistema visual està fisiològicament preparat per enfocar amb facilitat, i poder canviar de distància d'observació sense dificultats (aquesta habilitat s'anomena flexibilitat acomodativa). Si el nen té aquesta habilitat disminuïda, es cansarà al llegir i li costarà copiar de la pissarra.

5. Binocularitat: En aquest apartat s'inclouen totes aquelles proves que estudien l'habilitat de la visió perquè ambdós ulls treballin plegats, que és fonamental per l'eficàcia lectora. Si els ulls tendeixen a dirigir-se a un punt més proper que el text, parlem de l'excés de convergència. En canvi, si els ulls es dirigeixen plegats a un punt que està més lluny del text, parlem d'exofòria o insuficiència de convergència.

6. Percepció visual. En aquest apartat s'inclouen aquelles proves que impliquen el reconeixement i el record de la informació que se li presenta al nen de forma visual en la lecto-escriptura, com la discriminació o la memòria visual. Si té problemes en aquest apartat, el nen podria confondre lletres o paraules similars i dificultar-li la comprensió lectora.

7. Coordinació ull-mà. Es un test grafomotor que estudia la integració de les habilitats perceptives amb el control postural. Si té problemes en aquesta prova manifesta dificultats en l'escriptura. Posa de manifest si el nen té dificultats per escriure en línia recta i mantenir una estructura.

7. Visió dels colors (Test d'Ishihara): Aquest test posa de manifest si el nen té problemes per a distingir els colors i els seus matisos, situació que podria dificultar-li els aprenentatges.

8. Salut Ocular: Són les proves de valoració de l'estat de salut de l'ull i la detecció de possibles patologies. En cas de sospita d'alguna condició anòmala és molt important adreçar-se amb diligència a l'oftalmòleg.

Quan hi ha dificultats en alguna d'aquestes àrees que no se solucionen amb ulleres, un dels recursos dels que disposem els optometristes és **la Teràpia Visual**, uns exercicis dissenyats específicament per cada individu, que progressivament van remuntant les habilitats visuals en dèficit, per tal de restablir l'equilibri del sistema visual i la seva òptima funció.

Desitgem que aquest breu escrit pugui ajudar-los a entendre l'informe del seu fill/a, i que serveixi per posar de manifest que tenir **bona vista** (veure el 100%) no sempre és sinònim de tenir una **visió eficaç** i a ple rendiment per poder experimentar el procés d'aprenentatge al màxim del potencial del nen.

Aprofitem per saludar-los ben cordialment,

Montse Augé Serra

Facultat d'Òptica i Optometria de Terrassa
Centre Universitari de la Visió
Universitat Politècnica de Catalunya

Annex 5: Informes Cribatge, nenes sense dificultats visuals.



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH
Facultat d'Òptica i Optometria de Terrassa

En l'exploració optomètrica que hem fet al seu fill/a, XXX, no hem detectat cap anomalia en el sistema visual que interfereixi en el seu rendiment escolar. Tanmateix, per les exigències acadèmiques i intel·lectuals pròpies de l'etapa escolar, recomanem que segueixi fent-se revisions optomètriques periòdiques.

A la revisió visual que hem fet a l'escola hem obtingut els següents valors:

2n	Ull dret	Ull esquerre
Agudesia visual de lluny		
Refracció ocular		
Motilitat ocular		
Acomodació		
Binocularitat		
Percepció visual		
Coordinació ull-mà		
Visió del color		
Salut ocular		

Montse Augé Serra

Sandra Fernández Román

Annex 6: Informes Cribatge, nens amb dificultats visuals.



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH
Facultat d'Òptica i Optometria de Terrassa

En l'exploració optomètrica que hem fet al seu fill/a, XXX , hem detectat algunes disfuncions en el seu sistema visual que poden interferir en el seu rendiment escolar. Per les exigències acadèmiques i intel·lectuals pròpies de l'etapa escolar, recomanem fer-se una completa revisió optomètrica.

A la revisió visual que hem fet a l'escola hem obtingut els següents valors:

2n	Ull dret	Ull esquerre
Agudesa visual de lluny		
Refracció ocular		
Motilitat ocular		
Acomodació		
Binocularitat		
Percepció visual		
Coordinació ull-mà		
Visió del color		
Salut ocular		

Es recomana que l'optometrista revisi les següents habilitats visuals:

	Si	No
Agudesa visual de lluny		
Refracció ocular		
Motilitat ocular		
Acomodació		
Binocularitat		
Percepció visual		
Coordinació ull-mà		
Visió del color		
Salut ocular		

Recomanem controlar la distància d'escriptura i lectura 30-40 cm.

Montse Augé Serra

Sandra Fernández Román

Annex 7: Consentiment informant per a l'entrenament amb BrainVT.



Terrassa, Maig 2018

Carta de consentiment

Jo,..... com a pare/mare o tutor de, amb DNI, dono el meu consentiment per fer el tractament amb la plataforma digital Brain VT amb exercicis desenvolupats per millorar la capacitat visual al meu fill/filla

Dades necessàries per al inici del programa:

Data naixement:

E-mail* (pare/mare):

Nom Usuari:

*Ens posarem en contacte amb vostès a través de l'e-mail proporcionat. Es facilitarà la informació necessària per a la instal·lació de la plataforma Brain VT. Recordem que és necessària la instal·lació del programa en un ordinador o tauleta amb accés a Internet i sistema operatiu Windows.

Aquests tractament visual forma part d'un projecte que té per objectiu la prevenció dels problemes d'eficàcia visual a les aules i la millora del rendiment acadèmic amb la plataforma digital Brain VT, amb una durada de tres mesos. En tot cas, segons el que estableix la Llei Orgànica de Protecció de Dades de Caràcter Personal, l'informem que el tractament de les dades personals del seu fill/filla per la Facultat d'Òptica i Optometria de Terrassa serà específicament amb finalitat **sanitària i docent**.

Signatura de consentiment

Annex 8: Correu Alta Plataforma Brain VT.

18 Maig, 2018

Buenas tardes,

Ésta mañana hemos dado de alta a su hijo para empezar la TERAPIA VISUAL con el programa BRAIN VT. Si no han recibido ningún e-mail, pónganse en contacto conmigo

Con el Usuario y contraseña facilitados han de:

1. Dirigirse a la web www.brainvt.com e ir a iniciar sesión o pinchar el siguiente enlace directo: <http://www.brainvt.com/panel/#/login>
2. Recomendamos cambiar la contraseña por una de fácil memorización. Se han de respetar letras mayúsculas y/o minúsculas.
3. Descargar la guía de usuario.
4. Descargar programa siguiendo la guía.
5. Si tienen cualquier problema pónganse en contacto con el servicio técnico:

933-373-059 o 619-871-407

HORARIO

Mañanas de 9:00 a 14:00

Tardes de 15:00 a 17:00

Julio/Agosto de 9:00 a 15:00

De Lunes a Viernes

El programa tiene una durada de 4 meses, al finalizar el programa (en un principio en Septiembre) volveremos a pasar las pruebas para ver la evolución. El inicio cuenta desde el primer día que instalamos el programa y hacemos la primera entrada.

Espero que sea de ayuda.

Gracias

Sandra Fernández

Óptico Optometrista Colegiada por COOOC

Estudiante de Máster FOOT

Annex 9: Exemple informe BrainVT.



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Facultat d'Òptica i Optometria de Terrassa

En l'exploració optomètrica que hem fet al seu fill, **XXX**, després de treballar amb la plataforma Brain VT. Hem observat millora en les habilitats visuals respecte a la revisió prèvia. **XXX** ha treballat ... dies,dels dies habilitats amb la plataforma.

Podem observar millora en el **punt pròxim de convergència**, encara que aquest es troba allunyat, aquest paràmetre podria influenciar en la dificultat de realització de tasques en visió propera i donar visió doble.

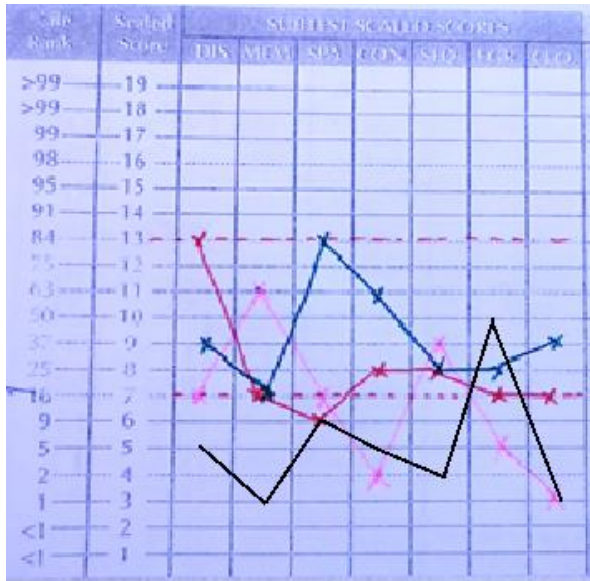
Hi ha una millor resposta en les **habilitats oculomotores fines**, els moviments oculars són més precisos. També ha millorat la velocitat lectora i la velocitat d'escriptura. Les habilitats d'**acomodació i percepció visual** es troben dins dels paràmetres habituals.

Agraïm la col·laboració en el projecte, les dades de les revisions constaran de forma anònima dins d'un estudi de la universitat sobre l'efectivitat del programa Brain VT.

Qualsevol dubte contacti per e-mail amb Sandra Fernández.

Sandra Fernández

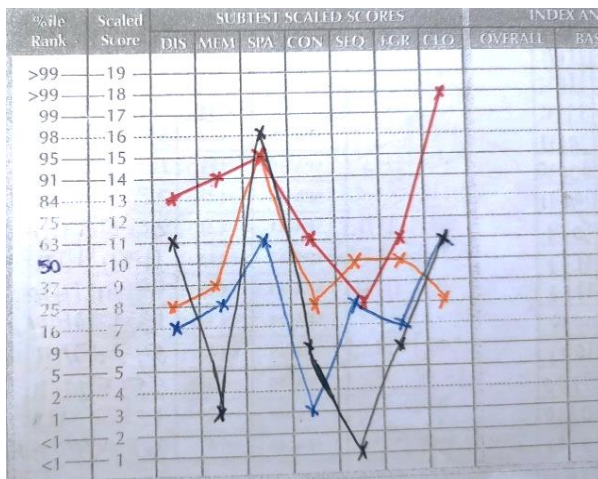
Annex 10: Casos TVPS 1 i 2, Enric Bach



Imatge 11: Cas 1 TVPS

CAS 1, nena de 9 anys i 7 mesos:

1. 21-10-2016 COLOR NEGRE
2. 12-05-2017 COLOR ROSA
3. 29-09-2017 COLOR VERMELL
4. 08-09-2018 COLOR VERD

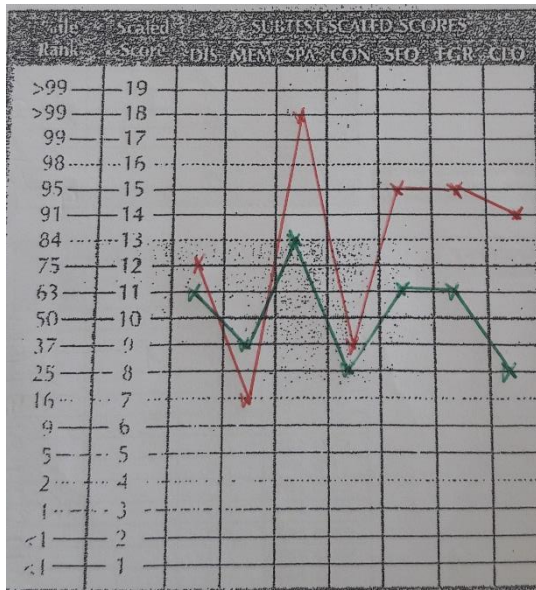


Imatge 10: Cas 2 TVPS

CAS 2, nena de 9 anys i 2 mesos:

1. 27-09-2017 COLOR BLAU
2. 21-02-2018 COLOR NEGRE
3. 04-07-2018 COLOR TARONJA
4. 28-12-2018 COLOR VERMELL

Annex 11: TVPS grup experimental.



Imatge 13: EXP1 TVPS

EXP1, 7 anys i 7 mesos. 64 dies treball

Bainvt:

Febrer 2018, VERD

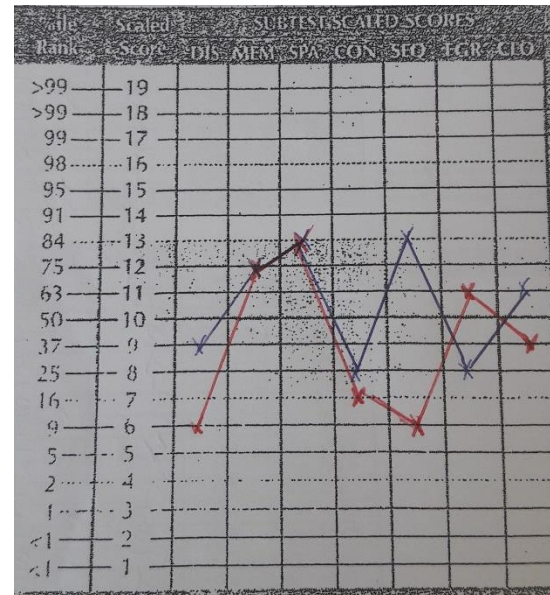
Novembre 2018, VERMELL

EXP2, 7 anys i 9 mesos. 41 dies treball

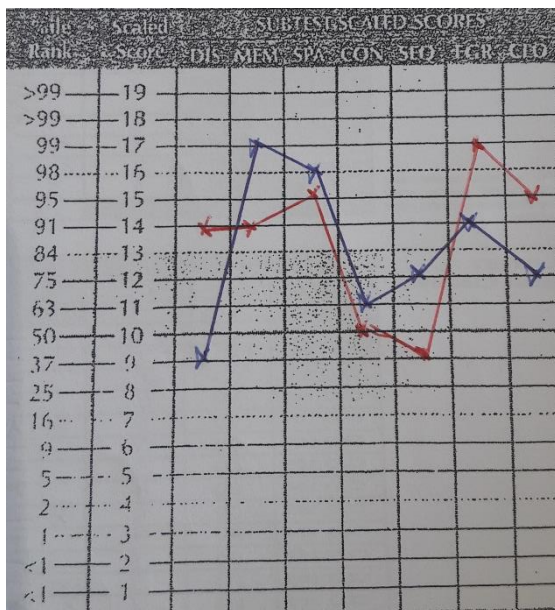
Bainvt:

Febrer 2018, BLAU

Novembre 2018, VERMELL



Imatge 12: EXP2 TVPS



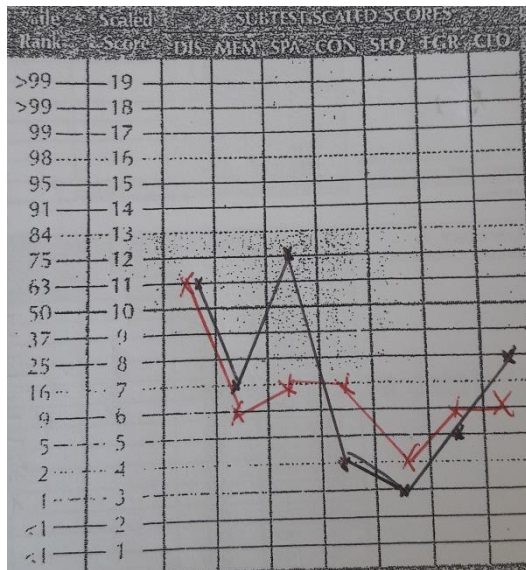
Imatge 14: EXP3 TVPS

EXP3, 8 anys i 0 mesos. 14 dies treball

Bainvt:

Febrer 2018, BLAU

Novembre 2018, VERMELL



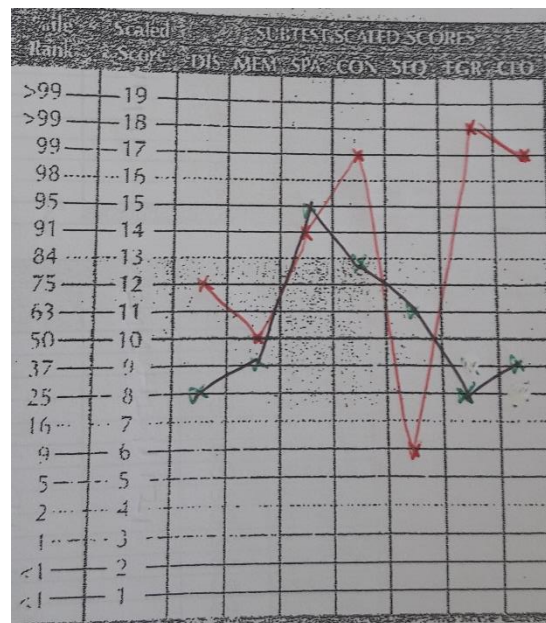
Imatge 15: EXP4 TVPS

EX58, 7 anys i 9 mesos. 32 dies treball

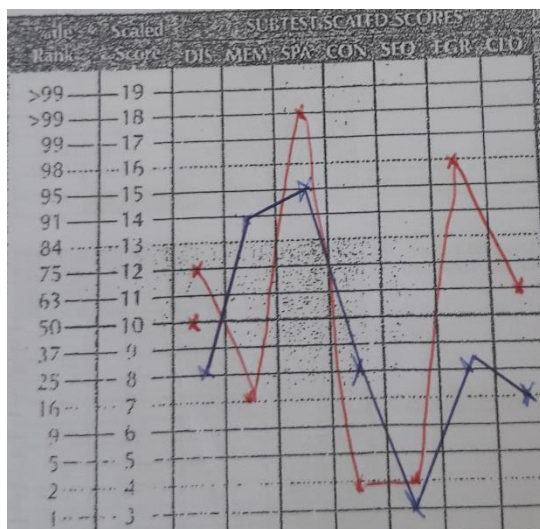
Bainvt:

Febrer 2018, NEGRE

Novembre 2018, VERMELL



Imatge 16: EXP4 TVPS



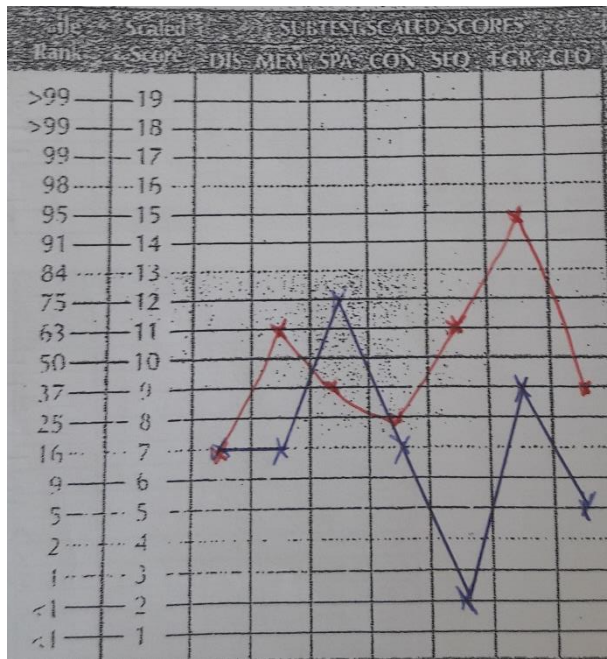
Imatge 17: EXP6 TVPS

EXP6, 7 anys i 8 mesos. 13 dies treball

Bainvt:

Març 2018, BLAU

Octubre 2018, VERMELL



Imatge 18: EXP7 TVPS

EXP7, 7 anys i 3 mesos. 34 dies treball

Bainvt:

Març 2018, BLAU

Octubre 2018, VERMELL